

Aus der Fachrichtung Pathologie
des Institutes für morphologische und funktionelle
Veterinär-Pathologie der Freien Universität Berlin

Untersuchungen über Skelettentwicklung und
Auftreten von Skelettveränderungen am Os femoris
bei Schweinen der Deutschen Landrasse und Kreuzungs-
tieren Deutsche Landrasse x Wildschwein in der
F₁- und F₂-Generation

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Rainer Vogel
Tierarzt aus Kufstein

Berlin 1976
Journal-Nr. 871

Aus der Fachrichtung Pathologie
des Institutes für morphologische und funktionelle
Veterinär-Pathologie der Freien Universität Berlin

Untersuchungen über Skelettentwicklung und
Auftreten von Skelettveränderungen am Os femoris
bei Schweinen der Deutschen Landrasse und Kreuzungs-
tieren Deutsche Landrasse x Wildschwein in der
F₁- und F₂-Generation

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Rainer V o g e l
Tierarzt aus Kufstein

Berlin 1976
Journal-Nr. 871

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Vorsitzender: Prof. Dr. H. L o p p n o w
Referent: Prof. Dr. K. D ä m m r i c h
Korreferent: Prof. Dr. H.-J. W i n t z e r



Tag der Promotion: 16. 2. 1976

I. EINLEITUNG

II. LITERATUR

III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

A. Material

B. Untersuchungsmethoden

C. Untersuchungsergebnisse

1. Länge des Os femoris

2. Diaphyse des Os femoris

a) Größe der Querschnittsfläche

b) Corticalisanteil an der Diaphysenquerschnittsfläche

3. Caput femoris

a) Äußere Form

b) Mediale metaphysäre Corticalis

c) Dicke des Gelenkknorpels

d) Unterstützung des Gelenkknor- pels durch Richtungpfeiler und primäre Spongiosabälkchen

e) Epiphysenfugenplatte: Form

f) Epiphysenfugenplatte: Struktur

4. Condylus medialis femoris

a) Äußere Form

b) Mediale epiphysäre Corticalis

IV. DISKUSSION

V. ZUSAMMENFASSUNG

VI. SUMMARY

VII. LITERATURVERZEICHNIS



Digitized by the Internet Archive
in 2026

I. Einleitung

Adaptationskrankheiten des Skeletts kommen bei Schweinen der modernen Fleischrassen sehr häufig vor. Dem steht gegenüber, daß bei Wildschweinen gleichartige Erkrankungen des passiven Bewegungsapparates offensichtlich nicht bekannt sind. Daher sollen in den vorliegenden Untersuchungen die Fragestellungen überprüft werden, ob die Einkreuzung von Wildschweinen die Skelettstruktur verändert und ob möglicherweise über Verbesserung von Skelettmerkmalen das Vorkommen der Skelettveränderungen reduziert wird. Für diese Untersuchungen stand das Os femoris von Schweinen der Deutschen Landrasse und von Kreuzungstieren Deutsche Landrasse x Wildschwein in der F_1 - und F_2 -Generation, die zur Überprüfung möglicher Heterosiseffekte gezüchtet worden waren, zur Verfügung.

II. Literatur

Bei Zucht- und Mastschweinen werden Bewegungsstörungen, denen Erkrankungen am passiven Bewegungsapparat zugrunde liegen, sehr häufig beschrieben (KERNKAMP, 1937; GLÄSSER, HUPKA, WETZEL, 1950; WELLMANN, 1957; SIKES, NEHER u. DOYLE, 1957; DIETZ u. KUNTZE, 1959; REICHEL, 1962).

Seit den ersten Berichten von STEDEFEDER (1925) ist zu beobachten, daß die Häufigkeit dieser Erkrankungen fortlaufend zunimmt (KÖRNER, 1963; BOLLWAHN, 1965; STEINHAUF, WENIGER u. GRÜNHAGEN, 1968).

Aufgrund klinischer Untersuchungen werden zwischen 11 % und 100 % der untersuchten Mast- und Zuchtschweine mit Bewegungsstörungen behaftet angesehen (SABEC, 1960; IMMISCH, 1966; LAUPRECHT, SCHULZE u. BOLLWAHN, 1967; EIKMEIER, 1965; THURLEY, 1965; FOCK, 1969; MELROSE, 1967; GRÜNHAGEN, STEINHAUF u. WENIGER, 1970; GRØNDALEN, 1974, f), wobei die Bewegungsstörungen bei einem Körpergewicht zwischen 40 und 65 kg manifest werden.

Dabei ist zu beobachten, daß sich die Zahlen mit der Umzüchtung auf den Typ des modernen Fleischschweines fortlaufend erhöhen.

Die Bewegungsstörungen verursachenden Skelettveränderungen hat DÄMMRICH (1974) in 4 Formen eingeteilt:

1. polyartikuläre Arthropathia deformans,
2. partielle und vollständige Epiphysenablösungen,
3. Mikrofrakturen der metaphysären Corticalis und
4. lokale, zu Stellungsanomalien führende Wachstumsstörungen an Epiphysenfugen und Epiphysen.

1. Polyartikuläre Arthropathia deformans

Auf Sprunggelenkveränderungen beruhende Bewegungsstörungen bei 70 % bis 82 % der Mastschweine sind nach Einkreuzung von Schweinen holländischer Blutführung von SCHILLING (1958), SABEC (1960), SABEC, SCHILLING u. SCHULZ (1961), SCHULZE u. BOLLWAHN (1967) sowie GÄNGEL u. STUMPF (1968) gesehen worden.

In zunehmendem Maße beobachten CHRISTENSEN (1950), SCHILLING (1958), DUTHIE u. LANCASTER (1964), THURLEY (1965), IMMISCH (1966), LAUPRECHT, SCHULZE u. BOLLWAHN (1967), STEINHAUF, WENIGER u. GRÜNHAGEN (1968), CHRISTL (1970), DÄMMRICH (1970), DÄMMRICH u. UNSHELM (1972), DISCHER (1972), HERRMANN (1972) und GRØNDALEN (1974a) bei Fleischschweinen des modernen Typs auch Erkrankungen der Hüft-, Knie-, Schulter-, Ellenbogen-, Vorderfußwurzel-, Fessel- und Krongelenke.

Neben veränderten Extremitätengelenken werden auch Veränderungen an den Gelenken der Wirbelsäule von Schweinen mit Bewegungsstörungen mitgeteilt (STEINHAUF, WENIGER u. GRÜNHAGEN, 1968; GRØNDALEN, 1974 f).

Die Häufigkeit der Gelenkveränderungen gibt DÄMMRICH (1970) bei seinen Untersuchungen an 80 Mastschweinen der Deutschen Landrasse im Gewicht von 80 bis 106 kg für die Gelenkflächen der Vorder- und Hinterextremität zwischen 12 % und 100 % an. DISCHER (1972) hat bei 112 Schweinen (Deutsches Edelschwein und Deutschen Landrasse) mit einem Schlachtgewicht von ca. 110 kg die Trochlea humeri zu 50,9 %, Das Caput femoris zu 32,1 %, das Acetabulum zu 2,8 % und den Condylus femoris medialis zu 43,6 % verändert gefunden.

Von 373 Landrasseebern und Mastschweinen aus den Fütterungsexperimenten von GRØNDALEN (1974 f) haben 18,2 % der Tiere schwerwiegende und 30 % leichtere Bewegungsstörungen der Extremitäten gezeigt. Betroffen waren Ellenbogen- und Kniegelenk zu 31,3 % und das Hüftgelenk mit 15,6 %.

Die Gelenkveränderungen sind vielgestaltiger Natur. SABEC, SCHILLING u. SCHULZ (1961) haben im Falle der Lokalisation im Sprunggelenk die Veränderungen der ankylosierenden Arthrosis deformans zugeordnet. THURLEY (1965) unterschei-

det bei der Arthropathie "wearlesions", "proliferation lesions" und "lift lesions".

Die Gelenkveränderungen beruhen nach DÄMMRICH (1970) auf dem gleichen pathogenetischen Prinzip. Bei den im Hinblick auf das Skelett noch unausgewachsenen Schweinen besteht der Gelenkknorpel aus einer Tangentialzone mit der Funktion eines Gleitlagers, einer Radiärzone mit der Funktion eines elastischen Polsters und einer Wachstumszone. Wegen der relativ geringen Matrix im Verhältnis zu hoher Zelldichte und hohem Wassergehalt hat der Gelenkknorpel eine geringere mechanische Festigkeit, so daß lokale, durch ungleichmäßigen Druck auf die Gelenkflächen hervorgerufene Veränderungen im Gelenkknorpel auftreten. Die sich im Gebiet einer erhöhten Belastung ergebende Hypoplasie der Knorpelzellproliferation bewirkt eine Abnahme der Gelenkknorpeldicke, deren Ursprung HERRMANN (1969, 1972) u. DÄMMRICH (1970) auf Ernährungsstörungen der Chondrozyten zurückgeführt haben. Diese nicht mehr wachsenden Knorpelzonen werden von den epiphysären Marksprossen nicht eröffnet, so daß der Eindruck entsteht, daß diese Knorpelabschnitte in die Spongiosa eingesunken sind.

Neben den Veränderungen an den Knorpelzellen haben HERRMANN (1969) und DÄMMRICH (1970, 1974) Auflockerungen der Knorpelgrundsubstanz beobachtet, die eine Gefügetrennung in Form von

Spaltbildungen nach sich ziehen. Durch Veränderungen der Zug- und Spannungskräfte in den Gelenkflächen entsteht eine Ablösung des Gelenkknorpels von seiner knöchernen Unterlage, insbesondere bei Einwirkung abscherender Kräfte: Chondrosis dissecans. Die aus aseptischen Nekrosen hervorgehende Osteochondrosis dissecans wird durch Überbelastungen des subchondralen Knochengewebes ausgelöst. Die aus Zirkulationsstörungen entstehenden Osteonekrosen führen zu Spongiosabrüchen, die Alterationen des Gelenkknorpels nach sich ziehen (HERNMANN (1972)).

2. Partielle und vollständige Epiphysenablösungen

Die ersten klinischen Fälle von Ablösung des Femurkopfes bei Zuchtebern haben HUPKA, 1959, VUCELIC u. RAPIC, 1960, BOLLWAHN, 1965 u. GLAWISCHNIG, 1969, mitgeteilt. Über Ablösungen anderer Epiphysen und Apophysen, wie der Apophyseolysis der Sitzbeinhöcker (SABEC, 1967), wird berichtet.

Nach BOLLWAHN (1965) tritt die Erkrankung in akuter und chronischer Form auf. Bei der akuten Form entsteht die hochgradige Lahmheit sehr plötzlich, während sie sich bei der chronischen Form allmählich in Wochen oder Monaten entwickelt und erst bei Ablösung des Femurkopfes hochgradig wird. In zunehmendem Maße kann die Epiphyseolysis

capitis femoris auch bei jüngeren Schweinen, insbesondere Masttieren, beobachtet werden. Dabei kommt die vollständige Ablösung des Femurkopfes weniger häufig vor als Veränderungen an den Epiphysenfugen, die Anfangsstadien oder unvollständige Formen der Ablösung darstellen.

HERRMANN (1969) hat bei seinen Untersuchungen folgende Veränderungen festgestellt: In der Säulenknorpel- und Blasenknorpelzone sind die Zellsäulen mit unregelmäßigem Verlauf, Verminderung der Zellzahlen, Zelldegenerationen und Verbreiterung der Interzellulärsubstanz verkürzt. Im weiteren Verlauf sind Faserdemaskierung und nicht selten Spaltbildungen erkennbar. Diesen geringgradigen Veränderungen stellt der Autor die hochgradigen gegenüber, die sich mit numerischer und einfacher Atrophie, irregulärer Anordnung und gesteigerter bis zur Nekrose reichender Vakuolisierung der Chondrozyten zeigt. Durch das Zusammenfließen kolliquationsnekrotischer Herde entstehen größere Zusammenhangstrennungen.

3. Mikrofrakturen der metaphysären Corticalis

Über Mikrofrakturen der metaphysären Corticalis berichten DÄMMRICH u. UNSHELM (1972), Diese pathologisch-histologischen Veränderungen zeigen sich als Knochenbälkchenbruchstücke, die im ver-

breiterten Kambium am Übergang der aus Bälkchen bestehenden Wachstumszone in die feste Knochenmanschette der Corticalis liegen.

Die Ursachen der Mikrofrakturen in diesem Bereich sind statischer Natur, da im medialen Bereich der metaphysären Corticalis eine stärkere Belastung vorliegt.

4. Lokale, zu Stellungsanomalien führende Wachstumsstörungen

SCHILLING (1963) stellt bei seinen Untersuchungen ebenso wie ZIMMERMANN (1960) fest, daß Stand- und Bewegungsstörungen auf das Mißverhältnis zwischen Körpergewicht und Festigkeit des Knochens zurückzuführen sind. Primär versucht der Epiphysenknorpel durch verstärktes Wachstum dem wachsenden Druck des Körpergewichts entgegenzuwirken (Aktivitätshypertrophie). Der Knochen verändert durch "keilförmiges" Wachstum der Knorpelzonen seine Form und paßt sich den neuen Zug- und Druckspannungskräften an. Dieser Vorgang wird von PAUWELS (1958) "funktionelle Anpassung durch Längenwachstum" genannt. Wird der einwirkende Druck jedoch zu groß, findet ein weiteres Wachstum nicht mehr statt. Es entsteht eine Inaktivitätstrophie.

Entsprechend kommt HERRMANN (1969, 1972) zu dem Ergebnis, daß Stellungs- und Formanomalien der Gelenkköpfe auf Wachstumsstörungen der Epiphysenfugen zurückzuführen sind. Dabei nimmt er an, daß Schweregrad, Ausmaß der pathologischen Epiphysenfugenveränderungen und die Verlaufsänderung der Säulen des Wachstumsknorpels mit Überbelastungen im Zusammenhang stehen.

Außer den die Epiphysenstellung bestimmenden Wachstumsstörungen an den Epiphysenfugenscheiben wird die Form der Gelenkflächen auch von Wachstumsvorgängen und -störungen im Gelenk- bzw. Epiphysenknorpel bestimmt, wobei Unregelmäßigkeiten des Knorpelzellwachstums ein unregelmäßiges umfangvermehrendes Wachstum der Epiphysen nach sich ziehen und die Entrundung bei der Arthropathia deformans mit verursachen (DÄMMRICH, 1970; DÄMMRICH u. UNSHELM, 1972; HERRMANN, 1972).

Ätiologie

Die Ätiologie der bei Schweinen zu Lahmheiten führenden Skelettveränderungen ist insoweit abgeklärt, als Übereinstimmung über die nichtentzündliche Genese besteht. Nach heutiger Ansicht sind die bei Nutzscheinen auftretenden Skelettveränderungen Adaptationskrankheiten, für deren

Auslösung genetische Faktoren, wie Selektion auf Fleischleistung, Schnellwüchsigkeit und Skelettstruktur sowie Fütterungseinflüsse, wie intensive Fütterung zur Ausnutzung des Fleischbildungsvermögens, verantwortlich sind (DÄMMRICH, 1974). RICHTER (1958), BEHRENS (1961), CLAUS (1962), KÖRNER (1963), IMMISCH (1966), DÄMMRICH (1970), DISCHER (1972) und KASCHANI (1973) verweisen auf die ungünstige Relation zwischen der Gewichtszunahme und dem Skelettwachstum, d.h. mit steigendem Körpergewicht nehmen die Arthropathien an Häufigkeit und Schwere zu (KÖRNER, 1963; IMMISCH, 1966; DÄMMRICH, 1974; GRØNDALEN und GRØNDALEN, 1974; GRØNDALEN und Vangen, 1974; DÄMMRICH u. UNSHELM, 1975). Die entsprechenden Skelettveränderungen treten aber nicht nur durch Leistungssteigerung bei Schweinen vom Typ des modernen Fleischschweines auf, sondern betreffen auch andere Rassen mit großen Gewichtszunahmen (SABEC, 1960; BEHRENS, 1962; KÖRNER, 1963; SCHILLING, 1963; THURLEY, 1965; STEINHAUF, WENIGER u. GRÜNHAUSEN, 1968; DÄMMRICH u. UNSHELM, 1972).

Seit der Einkreuzung des überlangen holländischen Schweines wird eine Arthropathie des Sprunggelenkes beobachtet (SABEC, 1960; SCHILLING, 1963), für die die geänderte Statik der Hinterextremitäten verantwortlich gemacht wird.

Andererseits erkranken nach BEHRENS (1961) bei der Deutschen Landrasse mit dänischer Blutfüh-

rung bevorzugt Hüft- und Schultergelenk.

GRØNDALEN (1974c, e) kommt zu der Ansicht, daß die äußeren Merkmale (Körperlänge, breite Schenken, kurzer Femur) sowie die Gelenk- und Knochenformen im Zusammenhang mit den Gelenkschäden stehen. Die Untersuchungen von GRØNDALEN bestätigen, daß mit der Umzüchtung der Deutschen Landrasse auf den Typ des modernen Fleischschweines die entsprechenden Skelettveränderungen zunehmen. Dafür sprechen die Untersuchungen an dieser Rasse von SABEC (1960), SABEC, SCHILLING u. SCHULZ (1961), BEHRENS (1961), SCHILLING (1963), KÖRNER (1963), DUTHIE u. LANCASTER (1974), THURLEY (1965), IMMISCH (1966), LAUPRECHT, SCHULZE u. BOLLWAHN (1967), GÄNGEL u. STUMPF (1968), CHRISTL (1970), DÄMMRICH u. UNSHELM (1972, 1975), DÄMMRICH (1974).

Gleichartige Skelettveränderungen sind von DÄMMRICH u. UNSHELM (1972) auch bei Weideschweinen, Mangalica- und Piétrainschweinen beobachtet worden. Dabei treten rassespezifische Dispositionen in der Weise auf, daß bei der Deutschen Landrasse Arthropathia deformans und Epiphyseolysis capitis femoris im Vordergrund stehen. Dagegen werden bei Mangalica- und Deutschen Weideschweinen Veränderungen überwiegend im Bereich der metaphysären Corticalis gesehen.

Daraus folgern DÄMMRICH u. UNSHELM (1972), daß sich rassespezifische Dispositionen bei den Haus-

schweinrassen erkennen lassen. Es sollte daher bei der Selektion der Zuchttiere aller Nutzras-
sen auf eine der schnellen Gewichtszunahme ent-
sprechende bessere Skelettentwicklung geachtet
werden.

In einer Reihe von Arbeiten sind die unterschied-
lichen Skelettmerkmale bei verschiedenen Haus-
schweinrassen als Merkmale für das Auftreten von
Skelettveränderungen untersucht worden. Die Un-
tersuchungen betreffen vor allem die Entwicklung
des Os femoris.

Untersuchungen des Femurs von 205 Tagen alten
Mangalica-, Piétrain-, Weideschweinen und Schwe-
nen der Deutschen Landrasse haben ergeben, daß die
Gesamtlänge, der Diaphysendurchmesser und die Cor-
ticalisdicke rassenspezifisch entwickelt sind.
Bei allen genannten Rassen ist zu beobachten, daß
die Entwicklung des Gelenkknorpels und der Epi-
physenfugen dem jugendlicher Tiere entspricht
(DÄMMRICH u. UNSHELM, 1972).

Anatomisch vergleichende Untersuchungen der Hin-
terextremitäten von Angler-Schweinen und Schwe-
nen der Deutschen Landrasse holländischen Typs
hat SCHILLING (1963) durchgeführt, wobei er fest-
stellt, daß bei der letzteren Rasse der Femurkopf
nach distal abgeknickt erscheint und ein deutli-
ches Collum femoris vorhanden ist, das bei dem
steiler gestellten Femurkopf der Angler-Rasse
nicht angelegt ist.

Auch HERRMANN (1969) hat eine Medianverschiebung des Femurkopfes bei veredelten Landschweinen gesehen.

Vergleichende Untersuchungen über die Länge des Os femoris von ZIMMERMANN (1956a, 1959) zeigen, daß die ermittelten Längen in der folgenden Reihenfolge der Rassen abnehmen: Deutsches Weideschwein, Deutsches Edelschwein, Angler Sattelschwein, Deutsche Landrasse und Cornwallschwein. SCHILLING (1963) hat die Femurlänge von Mastschweinen der Deutschen Landrasse holländischen Typs und des Angler Sattelschweines verglichen und kommt zu dem Ergebnis, daß die größere Länge der Deutschen Landrasse zumeist auf einer größeren Epiphyse beruht.

Nach ERTELT (1955) nimmt die Diaphyse bei Säugetieren mit steigender Körpermasse an Dicke zu. Beim Wildschwein ist die Diaphyse schlanker und graziler als beim Hausschwein (HUSER, 1929). Aber auch innerhalb der Hausschweinrassen bestehen Unterschiede. Untersuchungen am Femur von verschiedenen Hausschweinrassen (ZIMMERMANN, 1956a, b, 1959) haben ergeben, daß der Umfang der Diaphyse in der Reihenfolge Deutsches Edelschwein, Angler Sattelschwein, Deutsche Landrasse, Deutsche Landrasse vom holländischen Typ, Cornwallschwein und Deutsches Weideschwein abnimmt.

Bei den Untersuchungen von DÄMMRICH u. UNSHELM (1972) ergibt sich folgende Reihenfolge der Femurquerschnittsflächengrößen: Die größten Flächen hatten die Schweine der Deutschen Landrasse. In etwa gleicher Größe folgen Weide- und Piétrain Schweine, gefolgt von den Mangalica- und den Göttinger Miniaturschweinen.

Die Dicke der Corticalis ist von ZIMMERMANN (1956b, 1959) in abnehmender Tendenz von den Schweinen der Deutschen Landrasse holländischen Typs über Weideschwein, Schweine der Deutschen Landrasse, Deutsches Edelschwein und Angler Sattelschwein zum Cornwallschwein angegeben worden.

DÄMMRICH u. UNSHELM (1972) stellen bei den untersuchten Rassen eine Abnahme der Corticalisdicke vom Schwein der Deutschen Landrasse über die Weide-, Piétrain- und Mangalicaschweine bis zu den Göttinger Miniaturschweinen fest.

Gegenüber diesen Befunden an Hausschweinrassen liegen entsprechende Daten für Wildschweine nicht vor, obgleich derartige vergleichende Untersuchungen schon deshalb von Interesse sind, da beim Wildschwein entsprechende Skelettveränderungen unbekannt sind. Die anatomischen Merkmale der Skelettentwicklung beim Wildschwein beschränken sich auf wenige Arbeiten (LOEWE, 1912).

KNESE u. TITSCHAK (1962) haben die Corticalisstruktur vergleichend untersucht. Wildschweine haben demnach in der Corticalis 2841 Osteone pro cm^2 . Ferner verlaufen die Kollagenfasern in der Osteonwand unterschiedlich. Wildschweine zeigen in 33,1 % der Osteone flachverlaufende und 62,9 % steilverlaufende Kollagenfasern, während beim Hausschwein flachverlaufende Fasern in 26 % und steilverlaufende in 69,8 % der Osteone vorkommen. Osteone mit Faserfilzen sind bei Hausschweinen mit 50,5 % um 15,3 % häufiger anzutreffen als bei Wildschweinen. Die für eine höhere Festigkeit der Diaphyse der Wildschweine sprechenden morphologischen Befunde sind in Versuchen mit Druckbelastungen unfixierter Knochenstücke bestätigt worden. Die Druckfestigkeit hat bei Wildschweinen 1100 kg/ cm^2 und bei Hausschweinen etwa 900 kg/ cm^2 betragen.

HUSER (1930) hat die Anordnung der Trajektorien im Röhrenknochen verglichen und stellt "beim Wildschwein einen wohlgeordneten Verlauf der Trajektorien der Substantia spongiosa" fest, "während beim Hausschwein die Lamellensysteme nicht diese geordnete Linienführung aufweisen".

Morphometrische Untersuchungen von KRATOCHVIL (1973) an Akropodien von Haus- und Wildschweinen haben ergeben, daß Finger- und Zehenkno-

chen bei Hausschweinen in ihrer Länge sowie in den epi- und diaphysären Durchmessern kleiner als bei den Wildschweinen sind.

In der Diskussion war weiterhin der Einfluß der Mineralstoffversorgung auf die Entwicklung des Skeletts und der Skelettveränderungen. DÄMMRICH u. UNSHELM (1972) sehen keine Beziehungen zwischen Mineralstoffversorgung und dem Auftreten von Skelettveränderungen. Ebenso sind bei Schweinen mit derartigen Skelettveränderungen keine Anzeichen einer metabolischen Osteopathie festgestellt worden.

SABEC (1960), BEHRENS (1961), MEYER u. GRÖNING (1965) haben mittels histologischer und chemischer Untersuchungen keinen Anhalt für Mineralstoffmangelerscheinungen bei Schweinen mit Gelenkveränderungen finden können. Andererseits hat HERRMANN (1969) bei 75 % seiner untersuchten Schweine Anzeichen einer hypoplastischen Rachitis als Hilfsursache für die Osteoarthropathien und die Epiphyseolysis capitis femoris diagnostiziert.

GRÜNHAGEN, STEINHAUF u. WENIGER (1970) geben zu bedenken, daß der Mineralstoffansatz bei Schweinen im Gewichtsbereich von 50 - 60 kg sehr viel höher ist, als bei älteren Tieren. Aus diesem Grunde kann es zu rachitischen Störungen in Form von Knorpeldefekten und Knochendeformationen kommen, wenn die Mineralstoffversorgung nicht gewährleistet ist.

Auf die Mineralstoffversorgung als wichtigen Faktor beim schnellen Wachstum der Schweine verweisen auch GÜNTHER, WITTING u. LENKEIT (1967a). Bei Ferkeln ist die Wachstumsintensität des Skeletts gegenüber anderen Geweben gedrosselt. Entsprechend ist der Ca- und P-Ansatz in den ersten 56 Lebenstagen von abnehmender Tendenz. Bei unausgeglicherer Mineralstoffversorgung wird die Wachstumsintensität des Gesamtkörpers gehemmt, wobei die organische Substanz im Skelett vermehrt, die anorganische vermindert ist. Tritt eine "mineralische Fehlernährung" auf, so werden nach GÜNTHER, WITTING u. LENKEIT (1967b) die Ober- und Unterschenkelknochen, das Rumpfskelett und die Phalangen der Vorder- und Hinterextremitäten am stärksten durch den Ca- und P-Gehalt des Futters beeinflusst.

Auch GRØNDALÉN (1974) kommt in seinen Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß ein Gehalt von 10 bis 12 g Ca und 10 g P pro kg Futterration eine bessere mikromorphologische Struktur des spongiösen Knochennetzes zu ergeben scheint.

Erwähnt sei weiterhin, daß HUPKA (1959) als Ursache der Epiphyseolysis einen Vitamin-C-Mangel vermutet hat, den auch SABEC (1967) bei der Apophyseolysis für wahrscheinlich hält. Für die bei der Epi- und Apophyseolysis beobachtete zu geringe Anzahl von Spongiosabälkchen als Folge des vermuteten Vitamin C-Mangels diskutiert v. MICK-WITZ (1961) auch einen Mangel an tierischem Eiweiß.

III. Eigene Untersuchungen:

A. Material:

Untersucht wurde der Femur von 329 Schweinen, die zwischen dem 202. bis 208. Lebenstag geschlachtet wurden. Davon gehörten 103 Tiere der Deutschen Landrasse (DL), 119 Tiere der F_1 -Generation (F_1) der Kreuzung von Schweinen der Deutschen Landrasse und Wildschweinen und 107 der F_2 -Generation (F_2) an. Um einen besseren Vergleich der einzelnen Tiere vollziehen zu können, wurden nur Tiere aus Erstlingswürfen verwendet.

Die Schweine der Deutschen Landrasse stammten aus dem Bestand des Instituts für Tierzucht und Tierverhalten der Forschungsanstalt für Landwirtschaft in Trenthorst. Zur Erzeugung der F_1 -Generation wurden Sauen dieses Bestandes mit 4 nicht miteinander verwandten Wildschweinkeilern gepaart. Von der F_1 -Generation wurden die männlichen Tiere in der 5. Lebenswoche kastriert. Ausgenommen blieben 12 Eber, die zur Erzeugung der F_2 -Generation Verwendung fanden. Diese Eber wurden mit 25 mit ihnen nicht verwandten F_1 -Sauen gepaart.

Aufzucht der Tiere:

Die am 56. Lebenstag abgesetzten Ferkel wurden in Einzelbuchten bei ad libitum-Fütterung gehalten. Die Fütterung entsprach den Richtlinien der Mastprüfungsanstalten.

Schlachtgewicht:

Das Schlachtgewicht wurde unmittelbar vor der Schlachtung bestimmt. Die Schlachtgewichte sind in der Tabelle 1 dargestellt. Die drei Gruppen unterschieden sich hochsignifikant.

Versuchs- gruppe	n	$\bar{x}$	s	Differenz		Variations- breite
DL	103	108,4	13,8	48,9**		81-139
F ₁	119	59,5	22,2		57,6**	28-102
F ₂	107	50,8	15,7		8,7**	17- 86

Tabelle 1: Schlachtgewicht in kg

Die Bestimmung der Schlachtgewichte hat ergeben, daß für die nachfolgenden Betrachtungen über die Beeinflussung der Skelettmerkmale der Schweine der Deutschen Landrasse durch Einkreuzungen von Wildschweinen die große Variationsbreite der Schlachtgewichte in der F₁- und F₂-Generation einen direkten Gruppenvergleich nicht gestattet, da in diesen Gruppen bei den Tieren mit niedrigeren Schlachtgewichten sowohl ein genetisch bedingter als auch ein dem Kümern entsprechender Minderwuchs vorliegen kann. Es wurde daher ein Vergleichsbereich zwischen 70 und 100 kg Schlachtgewicht ausgewählt, in dem vorausgesetzt werden kann, daß sich die DL-, F₁- und F₂-Gruppen unterscheiden.

Schlachtung vergleichbar entwickelt haben. Allerdings besteht dabei die Gefahr, daß in die Auswertung bei der F_1 - und F_2 -Generation vor allem die Tiere eingebracht worden sind, bei denen der Einfluß der Deutschen Landrasse stärker ausgeprägt war.

Entsprechend früheren Untersuchungen wurde als Gradmesser für die Bemuskelung das Gewicht der wertvollen Teilstücke (Fleisch- und Knochengewicht in Kamm, Schulter, Kotelett, Fleischmenge des Schinkens sowie Filet) bestimmt (Tab. 2). Der Anteil wertvoller Teilstücke verhielt sich beim Vergleich der Tiergruppen ähnlich wie das Körpergewicht.

Versuchsgruppe	n	$\bar{x}$	s	Differenz	
DL	103	18,7	2,5	9,3**	
F_1	119	9,5	2,7		11,3**
F_2	107	7,5	2,4		2,0**

Tabelle 2: Fleisch- und Knochenanteil der wertvollen Teilstücke in kg

B. Untersuchungsmethoden

Für die morphologisch-histologischen Untersuchungen wurde zunächst die Gesamtlänge des Fe-

murs bestimmt. Danach wurde aus der Diaphysenmitte eine 100 μ m dicke Scheibe mit der Diamanttrennscheibe zur Ermittlung der Diaphysenquerschnittsfläche und des -durchmessers abgetrennt.

Zur Untersuchung der metaphysären Corticalis, der Epiphysenfuge und des Gelenkknorpels wurde mit zwei parallelen Frontalschnitten in der Höhe der Fovea capitis durch den proximalen Femur eine Knochenscheibe entnommen und eine Röntgenstrukturaufnahme angefertigt.

Aus der distalen Epiphyse wurde ebenfalls eine Scheibe mittels zweier Frontalschnitte durch die größte Wölbung der Condylen entnommen und an Röntgenstrukturaufnahmen untersucht.

Nach Formalinfixierung, elektrolytischer Entkalkung und Einbettung in Paraffin wurden 15 μ m dicke Schnitte angefertigt und mit Hämatoxylin-Eosin gefärbt.

Zur Dickebestimmung des Gelenkknorpels und der Epiphysenfugenplatte sowie für die Auszählung der Knorpel- und Knochenbälkchen wurden die gefärbten Schnitte des proximalen Femurs auf eine Leinwand projiziert. Die Dickebestimmungen des Gelenk- und Epiphysenfugenknorpels erfolgte an drei Stellen: Ausgehend vom medialen Winkel zwischen Gelenkknorpel und Epiphysenfugenplatte, wobei der Gelenkknorpel den einen und die Epiphysenfugenplatte den anderen Schenkel bilden,

lagen die ersten Meßstellen auf beiden Schenkeln 8,4 mm von deren Schnittpunkt, die zweiten und dritten jeweils 4,2 mm weiter entfernt. Die angegebenen Werte entsprachen dem Mittelwert aus den 3 Einzelmessungen.

Die am Diaphysenquerschnitt ermittelten Werte für die Fläche des Querschnitts und der Corticalis sowie der Corticalisdicke sind Näherungswerte, bezogen auf den Diaphysenquerschnitt als Kreis, dessen Durchmesser dem des größten Durchmessers der Diaphyse entspricht.

C. Untersuchungsergebnisse

1. Länge des Os femoris

Die beim Gruppenvergleich zwischen den Tieren der Deutschen Landrasse, der F_1 - und F_2 -Generation gleichen Alters bestehenden Unterschiede in der Femurlänge entsprechen der unterschiedlichen Körpergewichtsentwicklung. Darüber hinaus ist in allen 3 Gruppen erkennbar, daß von einer bestimmten Größe des Körpergewichts an, die bei der Deutschen Landrasse bei 90 kg, bei der F_1 -Generation bei 50 kg und bei der F_2 -Generation bei 40 kg liegt, die Femurlänge nur

die Deutsche Landrasse eine Beschränkung auf die Zunahme von Fett- und Muskelmasse und im Vergleich zur F_1 - und F_2 -Generation bei diesen eine geringere Wachstumspotenz.

Werden aus diesen 3 Gruppen Tiere aus dem Vergleichsbereich (zwischen 70 und 109 kg) einander gegenübergestellt, zeigt sich, daß bei gleicher Entwicklung die Femurlängen - uneinflußt durch die Einkreuzung von Wildschweinen - identisch sind.

Lebendgewicht (kg)	Deutsche Landrasse			F ₁ -Generation			F ₂ -Generation		
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s
10 - 19							2	13,5	0,4
20 - 29						-	5	17,0	4,4
30 - 39				2	15,0		3	16,5	0,6
40 - 49				3	17,0	1,3	11	17,5	1,0
50 - 59				13	17,0	0,8	28	17,5	0,9
60 - 69				22	18,5	0,6	24	18,5	0,6
				21	19,0	0,7			
70 - 79				20	19,5	0,5	23	19,0	0,8
80 - 89	2	18,5	2,0	20	19,5	0,7	9	19,0	0,8
90 - 99	10	19,5	0,9	15	20,0	1,0			
100 - 109	24	20,0	0,9	1	19,0	-			
110 - 119	29	20,5	0,6						
120 - 129	26	20,5	0,5						
130 - 140	10	21,0	0,7						
Gruppen- durchschnitt:	101	20,0	0,9	117	18,5	0,8	105	17,0	1,2

DL: F₁; DL: F₂; F₁: F₂: **

Tabelle 3: Länge des Os femoris

2. Diaphyse des Os femoris

a) Größe der Diaphysenquerschnittsfläche

Beim Gruppenvergleich zwischen den Tieren der Deutschen Landrasse einerseits und denen der F_1 - und F_2 -Generation andererseits zeigt sich, daß die Diaphysenquerschnittsfläche bei der Deutschen Landrasse größer ist. Auch im Vergleichsbereich von 70 bis 109 kg Schlachtgewicht ist diese Tendenz signifikant, wobei die F_1 - und F_2 -Generation sich statistisch nicht unterscheiden, aber die F_2 -Generation an der oberen Grenze des Bereichs liegt. Dieser Befund ist im Sinne einer schlankeren Diaphyse unter dem Einfluß der Wildschweineinkreuzung zu interpretieren.

In allen 3 Gruppen kann weiterhin festgestellt werden, daß mit zunehmendem Schlachtgewicht die Größe der Diaphysenquerschnittsfläche zunimmt mit der Einschränkung, daß bei den Tieren der Deutschen Landrasse zwischen 90 und 140 kg Körpergewicht die Diaphysengröße konstant bleibt (Tabelle 4).

Lebendgewicht (kg)	Deutsche Landrasse			F ₁ -Generation			F ₂ -Generation		
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s
10 - 19							2	167	48
20 - 29				2	214	18	5	207	28
30 - 39				3	274	17	3	236	31
40 - 49				13	265	25	11	270	40
50 - 59				22	300	21	27	310	37
60 - 69				23	337	38	25	355	30
70 - 79				19	367	41	22	393	40
80 - 89	2	491	-	18	383	53	9	410	68
90 - 99	9	535	101	15	314	43			
100 - 109	24	546	56	1	336	-			
110 - 119	27	548	52						
120 - 129	26	538	43						
130 - 140	10	575	78						
Gruppen- durchschnitt:	98	539	55	116	330	30	104	294	40

Tabelle 4: Flächeninhalt des Diaphysenquerschnittes in mm²

2. Diaphyse des Os femoris

b) Corticalisanteil an der Diaphysenquerschnittsfläche

Die absolute Größe der von der Corticalis eingenommenen Fläche am Diaphysenquerschnitt nimmt im Gruppenvergleich in der Reihenfolge Deutsche Landrasse, F_1 - und F_2 -Generation ab. Im Vergleichsbereich zwischen 70 und 109 kg Schlachtgewicht bestehen Unterschiede nur zwischen der Größeren Fläche bei der Deutschen Landrasse und der kleineren bei der F_1 - und F_2 -Generation (Tabelle 5).

Die Corticalisfläche ist abhängig von der Größe des Diaphysenquerschnitts und verhält sich daher in der Größenzunahme wie diese. Daraus ergibt sich für die relative Größe des Corticalisanteils am Diaphysenquerschnitt eine für alle 3 Gruppen identische Beteiligung sowohl im Gruppenvergleich als auch im Vergleichsbereich (Tabelle 6).

Die Überprüfung der Beziehungen zwischen Körpergewicht und Corticalisfläche zeigt, daß in allen 3 Gruppen mit zunehmendem Schlachtgewicht die auf 1 kg Körpergewicht entfallende Corticalisfläche abnimmt. Diese Tendenz setzt sich auch von den leichteren F_1 - und F_2 -Tieren auf die schwereren der Deutschen Landrasse fort. Im Vergleichsbereich zwischen 70 und 109 kg Schlachtgewicht sind Deutsche Landrasse und F_2 -Generation

identisch; der Unterschied zu den F_1 -Tieren mit niedrigeren Werten kann infolge der großen Streuung der Werte nicht abgesichert werden.

Lebendgewicht (kg)	Deutsche Landrasse			F ₁ -Generation			F ₂ -Generation		
	n	x	s	n	x	s	n	x	s
10 - 19				2	157	28	2	116	30
20 - 29							5	132	13
30 - 39				3	192	15	3	162	22
40 - 49				13	190	21	11	195	33
50 - 59				22	234	18	27	230	36
60 - 69				23	256	38	25	270	33
70 - 79				19	277	35	22	303	33
80 - 89	2	337	-	18	291	45	9	314	50
90 - 99	9	416	90	15	314	11			
100 - 109	24	413	42	1	336	n=1			
110 - 119	27	402	42						
120 - 129	26	405	41						
130 - 140	10	415	62						
Gesamt:	98	398	55	116	250	25	104	215	31

Tabelle 5: Die Corticalisfläche in mm²

Lebendgewicht (kg)	Deutsche Landrasse			F ₁ -Generation			F ₂ -Generation		
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s
10 - 19							2	70	2,0
20 - 29				2	73	7,0	5	57	2,0
30 - 39				3	70	2,0	3	69	0,5
40 - 49				13	72	3,5	11	72	4,6
50 - 59				22	77	5,5	27	76	4,5
60 - 69				23	78	4,0	24	76	5,0
70 - 79				19	76	4,5	22	77	5,0
80 - 89	2	69	-	18	76	4,5	9	77	5,0
90 - 99	9	78	6,5	15	75	3,0			
100 - 109	24	76	4,5	1	81	-			
110 - 119	27	74	5,0						
120 - 129	26	75	5,0						
130 - 140	10	72	4,5						
Gruppen- durchschnitt:	98	74,0	5,0	116	75	4,0	104	73	3,5

Tabelle 6: Die Corticalisfläche in % von der Gesamtquerschnittsfläche

Lebendgewicht (kg)	Deutsche Landrasse			F ₁ -Generation			F ₂ -Generation		
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s
10 - 19							2	6,4	1,14
20 - 29				2	5,9	0,59	5	5,4	0,71
30 - 39				3	5,0	0,33	3	4,9	0,66
40 - 49				13	4,2	0,40	11	4,3	0,65
50 - 59				22	4,3	0,35	27	4,3	0,56
60 - 69				23	4,0	0,64	25	4,1	0,46
70 - 79				19	3,8	0,48	22	4,0	0,47
80 - 89	2	4,0	0,21	18	3,4	0,47	9	4,1	0,79
90 - 99	9	4,0	1,01	15	3,3	0,45			
100 - 109	24	4,0	0,40	1	3,3	-			
110 - 119	27	3,5	0,36						
120 - 129	26	3,3	0,36						
130 - 140	10	3,1	0,42						
Gruppen- durchschnitt:	98	3,7	0,46	116	4,1	0,46	104	4,7	0,68

Tabelle 7: Die Corticalisfläche in Abhängigkeit vom Körpergewicht (mm^2/kg Körpergewicht)

3. Caput femoris

a) Äußere Form

Die Form des Femurkopfs ist anhand von Röntgenstrukturaufnahmen einer 1-2 mm dicken Scheibe eines mittleren Frontalschnittes durch den Femurkopf beurteilt worden.

Die Beurteilung ergibt 3 verschiedene Typen:

Typ I: Die Epiphyse hat eine halbkugelförmige Gestalt. Die glatte, geradlinig verlaufende laterale metaphysäre Corticalis setzt sich kontinuierlich in die Wölbung der Epiphyse fort, während der ausladenden medialen metaphysären Corticalis die Epiphyse kongruent aufsitzt.

Typ II: Die Epiphyse erscheint abgeflacht bis halbkugelförmig. Die laterale metaphysäre Corticalis steht in ihrem proximalen Abschnitt stumpfwinklig zum distalen und ist unregelmäßig begrenzt. Der Anschluß an die Epiphyse wird durch eine nasenförmige Verlängerung derselben hergestellt. Die mediale metaphysäre Corticalis ist stärker kelchförmig nach außen gewölbt und setzt sich nicht kontinuierlich in den Epiphysenbogen fort. Die mediale metaphysäre

Corticalis kann stufenförmig überstehen.

Der Typ II wird nochmals in Typ IIa, geringgradige bis mittelgradige Ausprägung, und Typ IIb mittelgradige bis hochgradige Ausprägung, unterteilt.

Typ III: Die Epiphyse hat insgesamt durch Abflachung die halbkugelförmige Gestalt verloren, wobei aber die Gelenkfläche kontinuierlich in die metaphysäre Corticalis übergeht, die medial kelchförmig übersteht.

Aus der Verteilung der festgestellten Gelenkkopftypen auf die 3 Versuchsgruppen zeigt sich, daß in den 3 Versuchsgruppen nur wenige Tiere eine normale dem Typ I entsprechende Femurkopfform aufweisen. Bei der Mehrzahl der Tiere bestehen Formanomalien. Diese verteilen sich in der Weise, daß die schwerwiegenderen Veränderungen des Types IIb bei der Deutschen Landrasse mit 65,9 %, die leichteren Veränderungen des Types IIa bei der F₁- und F₂-Generation mit 69,5 % bzw. 52,3 % häufiger vorkommen. Weiterhin ist zu beobachten, daß die in Typ III beschriebenen Entrundungen des Gelenkkopfes mit geringgradiger verformter metaphysärer Corticalis bei den Tieren der F₁- und F₂-Generation häufiger als bei den Schweinen der Deutschen Landrasse auftreten (Tabelle 8).



Versuchsgruppe	n	Typ I		Typ IIa		Typ IIb		Typ III	
		Anzahl	in %	Anzahl	in %	Anzahl	in %	Anzahl	in %
Deutsche Landrasse	103	5	4,8	34	32,4	64	65,9	2	1,9
F ₁ - Generation	115	11	9,6	80	69,5	14	16,1	10	8,7
F ₂ - Generation	107	8	7,5	56	52,3	28	29,9	15	14,0

Tabelle 8: Die äußere Form des Caput femoris

3. Caput femoris

b) Mediale metaphysäre Corticalis

Die von der Epiphysenfuge entspringenden Druckspannungstrajektorien enden frei im Periost. Proximal werden sie im Rahmen des belastungsabhängigen Umbaues periostal abgebaut, distal finden sie durch Apposition von Knochengewebe Anschluß an die Corticalis.

Entsprechend dem Überstand des Femurkopfes über die Metaphyse enden die von der Epiphysenfugenplatte ausgehenden Druckspannungstrajektorien in unterschiedlichem Ausmaß frei im Periost:

Form I zeigt, daß weniger als ein Drittel der an der Epiphysenfuge entspringenden Druckspannungstrajektorien frei im Periost enden, während bei der Form II dieses bei mehr als einem Drittel der Fall ist.

Die weniger überstehenden Gelenkköpfe der Form I kommen zu 70 % bei den Schweinen der Deutschen Landrasse vor. Bei den F_1 - und F_2 -Tieren ist diese Form mit 49 % bzw. 54 % weniger häufig (Tabelle 9).

In der Röntgenstrukturaufnahme setzt sich die subperiostal scharf begrenzte, allmählich auslaufende diaphysäre Corticalis in den unter normalen Bedingungen gleichfalls glattrandig begrenzten metaphysären Abschnitt fort, der

aus den im Periost frei endenden Trajektorien besteht. Ein dieser Norm entsprechendes Bild der medialen metaphysären Corticalis findet sich bei der Deutschen Landrasse bei 16 %, der F_1 -Generation bei 6 % und bei der F_2 -Generation bei 1- % der Tiere.

Von diesem der Norm entsprechenden Bild abweichend finden sich Veränderungen der subperiostalen Begrenzung der medialen metaphysären Corticalis bei den Tieren aller Versuchsgruppen. Sie bestehen darin, daß sowohl Resorption als auch Apposition in diesem Bereich stattfinden.

Bei der Resorption reichen die Veränderungen von flacher, oberflächlicher Arrosion bis zu tiefen, unregelmäßig begrenzten Resorptionsbuchten, die sich von der diaphysären Corticalis beinahe bis zu der Epiphysenfugenscheibe ausdehnen. Dabei ist vielfach eine Verstärkung der lateral davon noch an der diaphysären Corticalis ansetzenden Trajektorien zu beobachten (Abb. 1).

Als Apposition werden kleine flache, der Corticalis aufsitzende Osteophyten angesehen, die zum Teil den Übergang zwischen dia- und metaphysärer Corticalis überbrücken. Gelegentlich scheinen der Osteophytenbildung auch Resorptionen voranzugehen. (Abb. 2).



Abbildung 1:

Mediale metaphysäre
Corticalis:

Resorption: Tiefer
lakunärer Knochen-
gewebsabbau

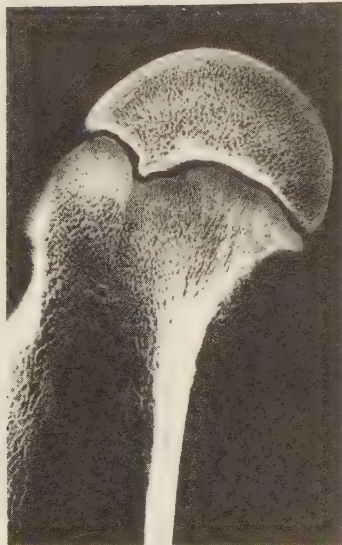


Abbildung 2:

Mediale metaphysäre
Corticalis des proximalen
Femurs:

Apposition: Periostale
Bälkchenbildung

Die als Resorption und Apposition beschriebenen Veränderungen kommen etwa in gleicher Häufigkeit bei allen 3 Versuchsgruppen vor, wobei die Apposition etwa 5 mal häufiger als die Resorption zu beobachten ist (Tabelle 9).

Versuchsgruppe	Ansatz der Druck- spannungstrajectorien:		Subperiostale Begrenzung der metaphysären Corticalis:	
	weniger als 1 Drittel im Periost freistehend	mehr als 1 Drittel freistehend	glattkantige Form	veränderte Form durch Apposition Resorption
Deutsche Landrasse	70 %	30 %	16 %	14 %
F ₁ -Generation	49 %	51 %	6 %	15 %
F ₂ -Generation	54 %	46 %	14 %	14 %

Tabelle 9: Die mediale metaphysäre Corticalis des Femurkopfes

3. Caput femoris

c) Dicke des Gelenkknorpels

Als Gelenkknorpel wurde der eigentliche Gelenkknorpel mit Tangential- und Radiärzone sowie der darunterliegende Epiphysenknorpel mit Eröffnungs- und Wachstumszone gemessen.

Daraus hat sich ergeben, daß der Gelenkknorpel im Gruppenvergleich bei der Deutschen Landrasse mit 1 mm dicker erscheint, als bei den nicht unterschiedlichen F_1 - und F_2 -Tieren mit 0,81 bzw. 0,88 mm. Dieses Ergebnis wiederholt sich im Vergleichsbereich zwischen 70 und 109 kg Schlachtgewicht. Der Trend ist statistisch nicht entzifferbar (Tabelle 10).

Lebendgewicht (kg)	Deutsche Landrasse			F ₁ -Generation			F ₂ -Generation		
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s
10 - 19							2	1,25	0,01
20 - 29				3	1,12	0,42	5	0,84	0,21
30 - 39				3	0,74	0,08	2	0,96	0,01
40 - 49				13	0,78	0,14	11	0,79	0,15
50 - 59				22	0,76	0,14	28	0,81	0,08
60 - 69				21	0,78	0,09	23	0,78	0,11
70 - 79				19	0,81	0,12	22	0,80	0,11
80 - 89	2	1,14	0,36	18	0,75	0,08	8	0,77	0,06
90 - 99	9	0,99	0,16	15	0,72	0,10			
100 - 109	24	0,96	0,16						
110 - 119	27	0,94	0,18						
120 - 129	25	0,99	0,14						
130 - 140	11	0,98	0,10						
Gruppen- durchschnitt:	98	1,0	0,18	114	0,81	0,15	101	0,88	0,09

Tabelle 10: Die Gelenkknorpeldicke (mm)

3. Caput femoris

- d) Unterstützung des Gelenkknorpels durch Richtungspfeiler und primäre Spongiosabälkchen

Entsprechend der Definition, daß der Gelenkknorpel beim Mastschwein noch dem eines jugendlichen Schweines entspricht, der das umfangvermehrnde Wachstum der Epiphyse trägt, findet sich unter dem Gelenkknorpel noch ein Epiphysenknorpel mit kurzen, unregelmäßig angeordneten Zellsäulen. Bei der Eröffnung dieses Epiphysenknorpels durch Marksprossen bleiben die interkolumnaren Grundsubstanzstreifen als knorpelige Richtungspfeiler stehen, die nach Anschichtung von Knochengewebe zu primären Spongiosabälkchen werden, wobei eine Reduktion ihrer Anzahl eintritt. Primäre Spongiosabälkchen und knorpelige Richtungspfeiler mit mineralisierter Grundsubstanz bilden unter dem Gelenkknorpel das starre Widerlager, das den Gelenkknorpel punktuell unterstützt.

Zur Ermittlung der punktuellen Unterstützung des Gelenkknorpels wurde die Anzahl der knorpeligen Richtungspfeiler und Spongiosabälkchen in geometrisch vergleichbaren Abschnitten von 8,4 mm Länge bei den Einzeltieren ausgezählt und der Mittelwert der Versuchsgruppe errechnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 12 dargestellt und ergeben bei allen 3 Versuchsgruppen, daß eine weitgehende Identität besteht.

Versuchsgruppe	Anzahl der knorpeligen Richtungspfeiler		Anzahl der primären Spongiosabälkchen	
	n	x	x	s
Deutsche Landrasse	98	62	24	4
F ₁ - Generation	116	62	24	5
F ₂ - Generation	100	61	23	4

Tabelle 11: Die Anzahl der knorpeligen Richtungspfeiler
und primären Spongiosabälkchen

3. Caput femoris

a) Epiphysenfugenplatte: Form

Untersucht wurden Frontalschnitte durch den Femurkopf anhand von Röntgenstrukturaufnahmen.

Die Epiphysenfugenplatte wölbt sich konvex in die proximale Femurepiphyse hinein. Diese einfache Form des Bogens kommt bei Schweinen nicht vor. Dafür wird aber bei allen zur Untersuchung kommenden Röntgenstrukturaufnahmen und auch in den histologischen Schnitten als Grundform in etwa dem höchsten Punkt der Wölbung eine Faltung beobachtet, so daß die Epiphysenfugenplatte im Schnitt als aus zwei Bögen bestehend erscheint.

Bei der Beurteilung der Epiphysenfugenplatten wird diese Form als normaler Verlauf bei gleichmäßig breitem Epiphysenfugenknorpel betrachtet (Typ I) und kommt bei der Deutschen Landrasse mit 17 %, der F_1 -Generation mit 21 % und der F_2 -Generation mit 20 % vor.

Der Typ II zeigt in seiner Grundstruktur wohl den Verlauf zweier Bögen, der Epiphysenfugenknorpel erscheint aber in seiner ganzen Ausdehnung unregelmäßig breit und manchmal wellenförmig aufgefaltet. 40 % der

Schweine der Deutschen Landrasse, 19 % der Tiere der F_1 - und 16 % der F_2 -Generation weisen diese Form auf.

Beim Typ III ist der laterale Bogen des Grundschemas erhalten, während der mediale an seiner höchsten Wölbung in einen waagerechten Verlauf übergeht. Diesen Typ zeigen die Tiere der F_1 - und F_2 -Generation zu 39 % bzw. 34 %, während er bei den Schweinen der Deutschen Landrasse nur mit 15 % anzutreffen ist.

Der Typ IV betrifft zusätzliche Faltenbildungen, wobei eine Falte relativ häufig etwa 2 mm entfernt vom medialen Rand der Epiphysenfuge vorkommt, an die sich ein oder zwei weitere Faltenbildungen anschließen. Die Verteilung beträgt 44 % bei der F_1 -, 51 % bei der F_2 -Generation und 61 % bei der Deutschen Landrasse, die häufig weitere zusätzliche Faltungen zeigen kann.

Die Verteilung innerhalb der verschiedenen Versuchsgruppen ist in Tabelle 12 dargestellt, wobei infolge von Kombinationen einzelne Tiere in mehreren Bereichen angeführt werden.

Versuchsgruppe	Typ I	Typ II	Typ III	Typ IV
Deutsche Landrasse n = 99	17 %	40 %	15 %	61 %
F ₁ -Generation n = 117	21 %	19 %	39 %	44 %
F ₂ -Generation n = 100	20 %	16 %	34 %	51 %

Abb. 12: Die röntgenologische Beurteilung der Epiphysenfugenplatte am Femurkopf

3. Caput femoris

f) Epiphysenfugenplatte: Struktur

Die Epiphyse als Träger des Längenwachstums besteht aus dem wachstumsaktiven Teil mit Proliferations-, Reifungs- und Wachstumszone. Die in Säulen angeordneten Knorpelzellen werden von eindringenden Marksprossen eröffnet, wobei knorpelige Richtungspfeiler stehenbleiben. Zur Epiphyse hin ist dem Säulenknorpel eine schmale und oft unterbrochene Zone hyalinen Epiphysenknorpels angelagert.

Die Bestimmung der Dicke der Epiphysenfuge erstreckt sich auf die Summe aus Säulen- und Epiphysenknorpel. Die Messungen haben ergeben, daß im Gruppenvergleich keine Unterschiede zwischen Deutscher Landrasse, F_1 - und F_2 -Generation in der Dicke der Epiphysenfugenplatte bestehen. Auch im Vergleichsbereich sind Unterschiede nicht nachweisbar, wenn auch die Werte der F_1 -Tiere sich dem niedrigeren Bereich annähern. Daraus ist zu folgern, daß bei allen 3 Gruppen die gleichen Wachstumspotenzen in der Epiphysenfuge vorliegen bzw. die Annäherung an die definitive Knochengröße in gleicher Weise vorgeschritten ist (Tabelle 13).

Lebendgewicht (kg)	Deutsche Landrasse			F ₁ -Generation			F ₂ -Generation		
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s
10 - 19							2	0,64	0,10
20 - 29				2	0,70	0,21	5	0,72	0,11
30 - 39				3	0,88	0,01	2	0,66	0,08
40 - 49				13	0,71	0,12	11	0,66	0,10
50 - 59				23	0,66	0,09	28	0,68	0,14
60 - 69				21	0,64	0,08	24	0,61	0,08
70 - 79				19	0,65	0,09	22	0,63	0,06
80 - 89	2	0,69	0,13	18	0,61	0,07	8	0,64	0,09
90 - 99	7	0,65	0,09	15	0,61	0,09			
100 - 109	23	0,65	0,08	1	0,60	-			
110 - 119	26	0,63	0,08						
120 - 129	25	0,67	0,10						
130 - 140	11	0,61	0,05						
Gruppen- durchschnitt:	94	0,65	0,09	115	0,67	0,10	102	0,66	0,10

Tabelle 13: Die Dicke der Epiphysenfugenplatte des Femurkopfes (mm)

Die Epiphysenfugenplatte als verformbarer Bestandteil überträgt Druckbelastungen auf die Druckspannungstrajektorien. Die Druckspannungstrajektorien stehen in der Regel senkrecht zur Epiphysenfugenplatte und setzen sich in Richtung der Knorpelzellsäulen fort. Seitliches Abgleiten verhindern die Zugspannungstrajektorien.

Entsprechend der starken Belastung der Epiphysenfugenscheibe sind bei den Schweinen aller 3 Versuchsgruppen Veränderungen in der Epiphysenfugenstruktur histologisch festgestellt worden, die Ausdruck einer statisch-mechanischen Störung der ausgewogenen Kräfteverhältnisse sind. In der Epiphysenfuge treten in größerer Anzahl streifenförmige Zerfallsherde auf, in denen eine albuminoidkörnige Degeneration der Knorpelmatrix besteht, wobei sich vielfach diese mandelförmigen Herde von proximal nach distal in Bezirke mit Faserdemaskierung fortsetzen. Ausgehend von diesen Herden sind Spaltbildungen zu beobachten, die parallel und zwischen den Knorpelzellsäulen verlaufen. Die Häufigkeit der Spaltbildung wechselt zwischen einer und mehreren Spalten pro Gesichtsfeld (Abb. 3).

Darüber hinaus sind Kontinuitätstrennungen, die sich als Unterbrechungen des Epiphysenfugen-

verlaufs zeigen, nicht selten, wobei infolge des unterschiedlichen Wachstums der getrennten Fugenabschnitte stufenförmige Absätze entstehen (Abb.4). Sowohl an den Enden der getrennten Epiphysenfugenabschnitte als auch an den häufig auftretenden Auffaltungen der Epiphysenfuge sind reaktive Knorpelzellproliferate und vom Endost ausgehende Fasergewebsbildung zu beobachten. Auch liegt sehr häufig durch eine verzögerte Eröffnung der Knorpelsäulen, seltener durch eine verstärkte Proliferation bedingt, stellenweise eine Verbreiterung der Epiphysenfugenplatte vor; in diesem Bereich stehenbleibende Knorpelsäulen ragen zapfenförmig in die Metaphyse hinein (Abb.5).

Entsprechend den geänderten Belastungsrichtungen durch auf die Epiphysenfuge einwirkende abscherende Kräfte führt die Änderung der Kraftübertragung von den Druckspannungsstrahktorien auf das Knorpelgewebe abschnittsweise zu einer Alteration der Knorpelsäulenstruktur. Diese verlaufen nicht mehr senkrecht in der Epiphysenfuge, sondern stellen sich durch Schrägstellung auf die neuen Belastungslinien ein. Dementsprechend werden auch die Richtungspfeiler verformt (Abb.6).

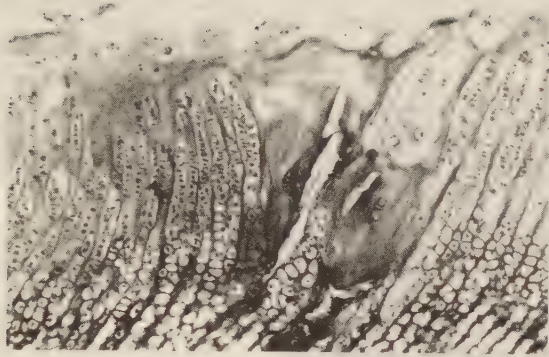


Abbildung 3:

Albuminoidkörnige Degeneration, Faserdemaskierung,
Spaltbildung und reaktive Knorpelzellproliferation
in der Epiphysenfugenplatte des Caput femoris
Hämatoxylin-Eosin Färbung 100-fache Vergrößerung

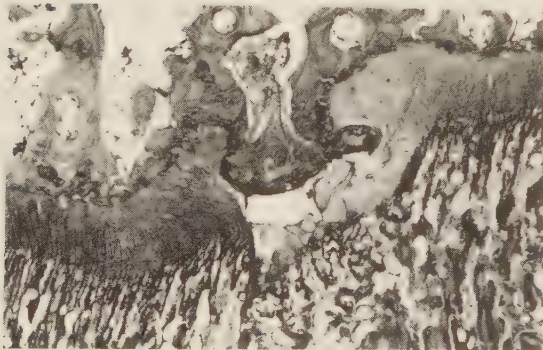


Abbildung 4:

Kontinuitätstrennung der Epiphysenfugenplatte des
Caput femoris
Hämatoxylin-Eosin Färbung 40-fache Vergrößerung

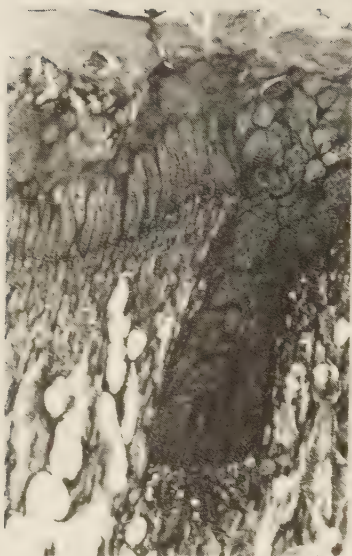


Abbildung 5:
Zapfenförmige Verbreiterung
der Epiphysenfugenplatte des
Caput femoris

Hämatoxylin-Eosin Färbung
40-fache Vergrößerung

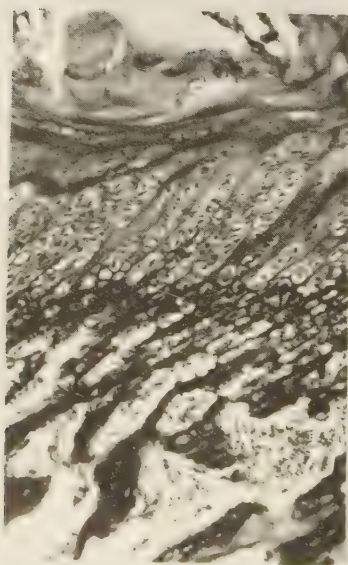


Abbildung 6:
Deformation der Knorpelzell-
säulen und Richtungspfeiler,
Epiphysenfugenplatte Caput
femoris

Hämatoxylin-Eosin Färbung
100-fache Vergrößerung

Andererseits ist aber auch zu beobachten, daß die Knorpelzellsäulen im Blasenknorpelbereich nach medial abgeknickt erscheinen, womit häufig eine verminderte Knorpelzellproliferation und -eröffnung verbunden sind.

Die vermehrte Druckbelastung wirkt sich nicht nur in der Epiphysenfuge und im Ansatz der metaphysären Trajektorien aus. Ähnliche Auswirkungen treten auch am Ansatz der epiphysären Trajektorien an der Epiphysenfugenscheibe auf. Sie zeigen sich als akute partielle Ablösungen des Knochengewebes vom Epiphysenknorpel, die infolge Gefäßzerreißung mit Blutungen einhergehen. Noch häufiger sind aber in diesem Bereich herdförmige Nekrosen mit Zerfall des Knorpelgewebes zu beobachten, wobei auch hier eine partielle Ablösung erfolgt und der Spalt-
raum durch Detritus ausgefüllt wird. Auf die Chronizität dieses Prozesses weist die Markfibrose in den umgebenden Spongiosaräumen hin (Abb. 7).

Die Veränderungen kommen bei Tieren aller Versuchsgruppen vor. Das gilt insbesondere für das fast regelmäßige Vorkommen regressiver Veränderungen in der Epiphysenfugenplatte, wie albuminoidkörnige Degeneration, Faserde-maskierung und Spaltbildungen.

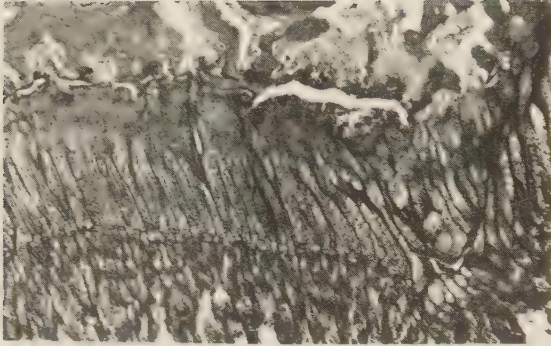


Abbildung 7:

Kontinuitätstrennung zwischen epiphysären
Spongiosabälkchen und Epiphysenfugenplatte
an einer Auffaltung.

Hämatoxylin-Eosin Färbung 40-fache Vergrößerung

Unterschiede zwischen der Deutschen Landrasse einerseits und F_1 - und F_2 -Generation andererseits bestehen darin, daß die schwerwiegenden Veränderungen wie Kontinuitätstrennungen im Epiphysenfugenverlauf sowie partielle Ablösungen epiphysärer Spongiosabälkchen von der Epiphysenfuge bei den Schweinen der Deutschen Landrasse mit 51 % bzw. 61 % und 70 % häufiger vorkommen als bei den Tieren der F_1 - und F_2 -Generation (Tabelle 14).

Prozent Ausdehnung	n	Aluminium- Korrosion	Korrosions- koeffizient	Spalt- breite	Zerfall- zeit der Zerstörungs- zeit	Zerfall- zeit der Zerstörungs- zeit	Zerfall- zeit der Zerstörungs- zeit	Partielle Korrosions- epiphysischer Spaltung	
								Blutungen	Reaktionen
100	100	50	37	55	72	52	61	70	
110	110	57	33	79	56	11	28	51	
120	120	57	33	32	67	14	16	32	

Table 1. Die Häufigkeit der Veränderungen an der Epiphysenplatten des Femurkopfes in %

4. Condylus medialis femoris

a) Äußere Form

Die äußere Form des Condylus medialis femoris als Indikator für Arthropathien ist anhand von Röntgenstrukturaufnahmen untersucht worden, die von Frontalschnitten durch die größte Wölbung der beiden Femurkondylen angefertigt worden sind.

Nach der Ausprägung der Form und der Veränderungen am Condylus medialis femoris können 5 typische Zustandsbilder erfaßt werden:

Typ I: Gegenüber dem lateralen Kondylus erscheint der mediale abgeflachter, die Gelenkfläche ist glatt. Der Gelenkknorpel wird unterlegt von einer schmalen Knochenendplatte bzw. breiteren Zone subchondraler Spongiosa. Gegenüber dem lateralen Kondylus ist die Spongiosa des medialen dichter und feinkalkiger.

Typ II: Am medialen Kondylus besteht eine leichte Einsenkung bei noch erhaltener Knochenendplatte bzw. subchondraler Spongiosa. Die Einsenkung wird ausgefüllt durch eine Verbreiterung des Gelenkknorpels, so daß die Gelenkfläche noch glatt erscheint.

Typ III: Im Bereich der Einsenkung sind Knochenendplatte bzw. subchondrale Spongiosa herdförmig durchbrochen und zeigen eine unregelmäßige Struktur. Auch hier wird der Defekt durch verbreiterten Gelenkknorpel ausgefüllt, so daß die Gelenkfläche noch glatt erscheint.

Typ IV: Es besteht eine tiefere Einsenkung, wobei Endplatte bzw. subchondrale Spongiosa in ausgedehnteren Herden abgebaut sind. Die Abbauherde reichen über die subchondrale Spongiosa hinaus bis in den Bereich der epiphysären Spongiosa. Die Gelenkfläche ist in diesem Bereich uneben eingezogen. Es werden auch Aufspaltungen und Abhebungen des Gelenkknorpels beobachtet.

Typ V: Dieser Typ entspricht weitgehend dem Typ IV, nur reichen die Abbauherde tiefer in die epiphysäre Spongiosa hinein. Dabei ist zu beobachten, daß diese Herde manchmal durch feimbalkiges, neugebildetes Knochengewebe ausgefüllt werden. Andererseits können diese aber auch als in der Tiefe liegende demarkierte, rundliche Abbauherde bestehen bleiben, die über einen englumigen Kanal mit dem Gelenkknorpel in Verbindung stehen (Zystoid).

Die anhand der Röntgenstrukturaufnahmen festgestellten Formen sind unterschiedlich zu bewerten.

Der Typ I ist als annähernd normale Form anzusprechen, der bei der F_1 - und F_2 -Generation mit 24 % bzw. 25 % der Tiere häufiger als bei denen der Deutschen Landrasse mit 2 % vorkommt.

Die Typen II - V entsprechen verschiedenen Graden und Stadien der Chondrosis dissecans in der Weise, daß beispielsweise der Typ III geringere und der Typ V mit den in der epiphyseären Spongiosa eingeschlossen liegenden Zystoiden ältere Veränderungen repräsentiert.

Die Tabelle 15 zeigt, daß mit zunehmendem Schlachtgewicht die Häufigkeit der schwereren und älteren Veränderungen zunimmt, wobei die Deutsche Landrasse bei den Typen IV und V an der Spitze liegt. Bei den leichteren und jüngeren Veränderungen der Typen II und III bestehen zwischen den Typen in der Häufigkeitsverteilung nur geringfügige Unterschiede, die sich in einem weniger häufigen Vorkommen bei Tieren der Deutschen Landrasse äußern.

Im Vergleichsbereich schwinden diese Unterschiede zwischen Deutscher Landrasse, F_1 - und F_2 -Generation infolge der gleichen Schlachtgewichte. Lediglich der als annähernd normal angesehene Typ I kommt weiterhin häufiger bei den Tieren der F_1 - und F_2 -Generation als bei denen der Deutschen Landrasse vor.



Körper- gewicht in kg	Anzahl			Typ I in %			Typ II in %			Typ III in %			Typ IV in %			Typ V in %		
	DL	F ₁	F ₂	DL	F ₁	F ₂	DL	F ₁	F ₂	DL	F ₁	F ₂	DL	F ₁	F ₂	DL	F ₁	F ₂
10 - 69		59	66		32	27		20	23		27	23		7	18		14	9
70 - 109	36	47	29	6	13	21	28	35	31	25	22	24	19	11	11	22	19	13
110 - 140	62						16			18			40			26		

Tabelle 15: Die äußere Form des medialen Kondylus (Vorkommen in %)

4. Condylus medialis femoris

b) Mediale epiphysäre Corticalis

Formänderungen des medialen Kondylus sind nicht nur über die Entrundung der Gelenkfläche infolge der Chondrosis dissecans zu beobachten, sondern werden auch durch Strukturänderungen der epiphysären Corticalis bedingt. Diese Strukturänderung ist am medialen Condylus ausgeprägter und regelmäßiger anzutreffen als am lateralen Condylus. Daher wird die Änderung der Corticalisstruktur am medialen Kondylus beispielhaft dargestellt. Im einzelnen können auf Röntgenstrukturaufnahmen folgende Formen beobachtet werden:

Typ I: Dieser Typ entspricht der normalen Form, wobei die Corticalis aus einer dünnen, scharfkantig konturierten Knochenlamelle besteht, die von der Epiphysenfuge an Dicke abnehmend, geradlinig verlaufend in die Knochenendplatte bzw. subchondrale Spongiosa des medialen Kondylus übergeht.

Typ II: Durch subperiostale Apposition von Knochengewebe (Osteophyten) erscheint die epiphysäre Corticalis unregelmäßig verbreitert. Dabei können die Osteophyten zentral Spongiosastrukturen zeigen, die mit der epiphysären

Spongiosa kommunizieren. Häufig fällt auf, daß die epiphysäre Corticalis nur noch in ihrer proximalen Hälfte deutlich dargestellt ist; in der distalen Hälfte grenzt die epiphysäre Spongiosa unmittelbar an das Periost.

Typ III: Durch verstärkte konfluierende Osteophytenbildung mit ausgeprägter Entwicklung von Spongiosastrukturen erscheint die epiphysäre Corticalis in stärkerem Grade unregelmäßig verbreitert und wie aufgefaltet. In einzelnen Fällen liegt eine Verstärkung der Corticalis auch durch Apposition von Knochengewebe an die unter der Corticalis liegenden Spongiosabälkchen vor. Auch hier kann die Corticalis in der distalen Hälfte scheinbar fehlen, da die Osteophyten Spongiosastruktur zeigen und ohne Begrenzung in die epiphysäre Spongiosa übergehen.

In der Aufstellung über die Veränderungen an der metaphysären Corticalis kennzeichnet der Typ I die normalen Verhältnisse, deren Vorkommen mit zunehmendem Körpergewicht abnimmt. Mit steigendem Körpergewicht nehmen die Veränderungen an der Corticalis bei allen drei Versuchsgruppen zu. Von den veränderten Typen II und III ist bezüglich ihres Vorkommens festzustellen, daß bei den Schweinen der F_1 - und F_2 -Generation die leichteren Veränderungen des Typs II häufiger sind als bei den Tieren der Deutschen Landrasse, bei denen die schwereren Veränderungen des Typs III öfter vorkommen.



Körper- gewicht in kg	Anzahl			Typ I in %			Typ II in %			Typ III in %		
	DL	F ₁	F ₂	DL	F ₁	F ₂	DL	F ₁	F ₂	DL	F ₁	F ₂
10 - 69		59	66		19	11		61	64		20	25
70 - 109	36	47	29	3	7	4	31	54	48	66	39	48
110 - 140	62						18			82		
gesamt	98	106	95	2	18	7	20	58	57	76	30	31

Tabelle 16: Die Form der medialen epiphysären Corticalis (Vorkommen in %)

IV. Diskussion

Zwischen den frühreifen Schweinen der Deutschen Landrasse und den spätreifen Wildschweinen bestehen hinsichtlich ihrer Leistungsmerkmale Unterschiede. Das Schwein vom Typ der Deutschen Landrasse ist offensichtlich in seiner Skelettentwicklung auf einer Entwicklungsstufe stehen geblieben, die nicht den Gewichtszunahmen entspricht. Dagegen verlaufen beim Wildschwein Körpergewichts- und Skelettentwicklung harmonischer, so daß über entsprechende Skelettveränderungen keine Angaben vorliegen und auch bei Sektionen nicht festgestellt werden. Aber nicht nur die Schweine der Deutschen Landrasse sind davon betroffen, sondern auch andere Hausschweinrassen, wobei die Skelettveränderungen bei den einzelnen Rassen unterschiedlich häufig auftreten. SCHILLING (1963) kommt bei der Angler Rasse und den veredelten Landschweinen holländischer Zucht- richtung zu dem Ergebnis, daß letztere in der Skelettentwicklung konstitutionell schlechter gestellt sind. Auch DÄMMRICH und UNSHELM (1972) haben bei den Untersuchungen an Göttinger Mini- aturschweinen, Mangalica-, Piétrain-, Weide- schweinen und denen der Deutschen Landrasse konstitutionelle Unterschiede in den Skelett- merkmalen festgestellt. Nach Ansicht von SABEC (1960), KÖRNER (1963), IMMISCH (1966), DÄMMRICH und UNSHELM (1975) werden diese Skelettverände-

bei Schweinen der Deutschen Landrasse mit einem Körpergewicht von etwa 50 kg manifest.

Ausgangspunkt der vorliegenden Untersuchungen ist die Frage, ob sich durch Einkreuzung von Wildschweinen in die Deutsche Landrasse die Ausprägung von Skelettmerkmalen und -veränderungen ändert. Dabei sind die an unserem Tiermaterial erhobenen Befunde nur mit Einschränkungen zu interpretieren. In der F_1 - und F_2 -Generation haben sich die Tiere sehr unterschiedlich entwickelt, die Schlachtgewichte variieren zwischen 17 und 102 kg bei gleichalten Tieren. Darin ist sicherlich der Einfluß der langsamer wachsenden Wildschweine erkennbar, aber auch Formen des "Kümmerns" bei den weniger widerstandsfähigen Kreuzungstieren. Da Wachstumsparameter am Skelett nur bei Tieren gleicher Entwicklung auf Beeinflussung durch Einkreuzung anderen genetischen Ausgangsmaterials vergleichend untersucht werden können, ist ein Vergleichsbereich zwischen 70 und 109 kg Körpergewicht ausgewählt worden. Für die Deutsche Landrasse kann dieser Bereich als repräsentativ angesehen werden, da über 100 kg Schlachtgewicht die Skelettentwicklung weniger vorschreitet als Muskel- und Fettzunahmen. Bei der F_1 - und F_2 -Generation muß dagegen bei der Wahl des Vergleichsbereichs berücksichtigt werden, daß möglicherweise durch dieses Verfahren Tiere ausgewählt worden sind, bei de-

nen der Einfluß der Deutschen Landrasse stärker ausgeprägt ist als bei Tieren dieser Gruppe mit niedrigeren Schlachtgewichten.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, daß vergleichbares Untersuchungsmaterial von Wildschweinen nicht erhalten werden konnte und hierfür verwendbare Literaturbefunde nicht bestehen. Lediglich KNESE u. TITSCHAK (1962) verweisen auf bessere Skeletteigenschaften in der Corticalisstruktur bei Wildschweinen.

Die Skelettentwicklung und das Auftreten von Veränderungen sind beispielhaft am Femur untersucht worden. Für die Überprüfung des Skelettwachstums werden die Femurlänge und die Epiphysenfugenplatte als Träger des Längenwachstums herangezogen. Im Vergleichsbereich (70 - 109 kg Schlachtgewicht) sind die Femurlängen in den drei Versuchsgruppen identisch. Dabei wird erkennbar, daß ab bestimmten Schlachtgewichten bei den Tieren der Deutschen Landrasse 90 kg, der F_1 -Generation 50 kg und bei der F_2 -Generation 40 kg, die Femurlänge kaum noch zunimmt. Hieraus ist zu schließen, daß das Längenwachstum stärker vom Alter als von der Gewichtsentwicklung abhängt, wie es auch von DÄMMRICH u. UNSHELM (1972) diskutiert wird. Ein Einfluß der Wildschweineinkreuzung auf das Längenwachstum scheint nach diesen Befunden nicht zu bestehen.

Träger des Längenwachstums ist die Epiphysenfugenplatte. Erreicht der Knochen seine endgültige Größe, so endet die Knorpelzellproliferation und -reifung sowie der Abbau des Knorpels in der Eröffnungszone. Beim Schwein ist dieses in der Epiphysenfugenplatte des Femurkopfes mit etwa $3\frac{1}{2}$ Jahren der Fall (ZIETZSCHMANN und KRÖLLING; 1955).

Bei den untersuchten Schweinen im Alter von 205 Tagen ist bei allen drei Versuchsgruppen eine Epiphysenfugenplatte mit Wachstumspotenz nachweisbar. Unterschiede in der Dicke der Epiphysenfugenplatte zwischen der Deutschen Landrasse sowie der F_1 - und F_2 -Generation sind weder im Gruppenvergleich noch im Vergleichsbereich zwischen 70 und 109 kg Schlachtgewicht nachweisbar. Der Befund bestätigt, daß die Entwicklung der Femurlänge nicht von der Einkreuzung von Wildschweinen beeinflusst wird und daß in allen drei Gruppen die Annäherung an die definitive Knochengröße in gleicher Weise vorgeschritten ist.

Die Entwicklung der Diaphyse ist an der Querschnittsfläche und dem Corticalisanteil überprüft worden, wobei der Corticalisanteil mit dem Körpergewicht in Beziehung gesetzt wurde. Die Größe der Diaphysenquerschnittsfläche zeigt im Gruppenvergleich und im Vergleichsbereich, daß die Schweine der F_1 - und F_2 -Generation

übereinstimmend kleinere Querschnittsflächen aufweisen, als die der Deutschen Landrasse. Dabei ist festzustellen, daß die Größe der Diaphysenquerschnittsfläche mit steigendem Körpergewicht zunimmt, wie es ERTELT (1955) als allgemein gültige Regel bewiesen hat. Für die Form des Femurs bedeuten die Befunde einen schlankeren Knochen bei den Tieren der F_1 - und F_2 -Generation als Folge der Einkreuzung von Wildschweinen.

Die Dicke der Corticalis wird vom Rasseneinfluß geprägt, wie ZIMMERMANN (1959) bei Deutschen Cornwallschweinen und Angler Sattelschweinen festgestellt hat. Er ermittelte bei Deutschen Landschweinen des holländischen Typs mit einem Schlachtgewicht von 110 kg eine Diaphysenquerschnittsfläche von 385 mm^2 , wobei der Anteil der kompakten Knochenfläche 270 mm^2 (70 %) beträgt. Bei einem 18 Monate alten Wildschwein mit einem Gewicht von 40 kg ermittelte er eine Diaphysenquerschnittsgröße von 350 mm^2 und eine Corticalisfläche von 220 mm^2 (63 %). Leider fehlen Angaben über die Meßmethode, um vergleichende Aussagen machen zu können.

Dämmrich und UNSHELM (1972) haben den Rassen- einfluß bei Göttinger Miniaturschweinen, Mangalica-, Piétrain-, Weideschweinen und Schweinen der Deutschen Landrasse überprüft. Die Ergebnisse sind infolge der gleichen Meßmethode mit den

Werten aus diesem Versuch vergleichbar. Für die Deutsche Landrasse ermittelten die Autoren den Anteil der Corticalisfläche am Diaphysenquerschnitt mit 66 % und die Relation Corticalisfläche zu Körpergewicht mit $2,7 \text{ mm}^2/\text{kg}$. Aus den ermittelten Werten dieses Versuchs ergibt sich, daß die absolute Größe der Corticalisfläche bei der F_1 - und F_2 -Generation kleiner als bei den Tieren der Deutschen Landrasse ist. Infolge der Abhängigkeit der Corticalisfläche von der Diaphysenquerschnittsgröße, die bei diesen Tieren als Folge der Wildschweineinkreuzung auch kleiner ist, zeigt sich bei der Deutschen Landrasse, der F_1 - und F_2 -Generation ein gleichbleibender Anteil der Corticalisfläche an der Diaphysenquerschnittsgröße von rund 75 % sowohl im Gruppenvergleich als auch im Vergleichsbereich. Der Corticalisanteil ist damit bei den Tieren der Deutschen Landrasse größer, d.h. für die Skelettfestigkeit günstiger, als bei den von DÄMMRICH u. UNSHELM (1972) untersuchten Schweinen der Deutschen Landrasse, die 66 % aufwiesen.

Die Überprüfung der Belastung der Corticalis durch das Körpergewicht wurde anhand der Relation Corticalisfläche zu 1 kg Körpergewicht überprüft. Daraus hat sich ergeben, daß mit zunehmendem Schlachtgewicht in allen drei Gruppen die darauf entfallende Corticalismenge kleiner wird. Die Tendenz setzt sich auch von den leichteren

Tieren der F_2 -Generation über die der F_1 -Generation zu den schweren Schweinen der Deutschen Landrasse fort. Diese Tendenz ist aber im Gruppenvergleich und im Vergleichsbereich nicht zu sichern, da Abnahme der Corticalisflächengröße und niedrigeres Körpergewicht parallel verlaufen, insbesondere auch im Hinblick auf die Abhängigkeit der Diaphysengröße vom Körpergewicht bei vergleichbaren Tieren (ERTELT; 1955).

In die Betrachtungen ist auch der Gelenkknorpel des Femurkopfes einbezogen worden. Der Gelenkknorpel ist beim Jungtier Träger des umfangsvermehrenden Wachstums und der Gelenkfunktion. Er besteht aus zwei Abschnitten, dem verformbaren Anteil, bestehend aus Tangential-, Radiär- und Wachstumszone und dem festen Widerlager, gebildet von Knorpelrichtungsfeilern und primären Spongiosabälkchen. Bei den im Versuch stehenden Tieren der Deutschen Landrasse erscheint der Gelenkknorpel dicker als bei den F_1 - und F_2 -Tieren, wenn die Differenz auch nicht gesichert ist. Für die größere Dicke des Gelenkknorpels bei der Deutschen Landrasse kann als Erklärung im Gruppenvergleich als Folge des höheren Körpergewichts eine Aktivitätshypertrophie herangezogen werden (PAUWELS; 1955). Andererseits kann dieser dickere Gelenkknorpel infolge seines höheren Gehaltes an verformbaren Proteoglykanen und Wasser bei Belastungen stär-

ker deformiert und damit auch stärker in seinem inneren Gefüge beansprucht werden. Erforderlich erscheinen zu diesem Problem weitere Untersuchungen über Zelldichte und Masse an Proteoglykanen, die auch unter dem Gesichtspunkt einer möglichen Beeinflussung der Gelenkknorpelzusammensetzung durch Einkreuzung von Wildschweinen zu führen sind.

Die Tragfähigkeit des Gelenkknorpels wird weiterhin von der Ausbildung des starren Widerlagers unter dem elastischen Polster bestimmt. Bei den Schweinen des Versuchs mit noch wachsendem Epiphysenknorpel wird der Gelenkknorpel nur punktuell durch verkalkte knorpelige Richtungspfeiler und primäre Spongiosabälkchen unterstützt. Sowohl im Gruppenvergleich als auch im Vergleichsbereich verhalten sich Deutsche Landrasse, F_1 - und F_2 -Generation in der Zahl der Richtungspfeiler und primären Spongiosabälkchen identisch, so daß kein Einfluß der Wildschweineinkreuzung nachweisbar ist.

Bei den Schweinen sind Bewegungsstörungen verursachende Skelettveränderungen in der Form der polyartikulären Arthropathia deformans, der partiellen und totalen Epiphysenablösungen, der Mikrofrakturen der metaphysären Corticalis und der lokalen, zu Stellungsanomalien führenden Wachstumsstörungen an den Epiphysenfugen und Epiphysenknorpeln beschrieben worden.

Repräsentativ sind für die Veränderungen in diesen Untersuchungen am Femur für die Arthropathia deformans der Condylus medialis femoris auf das Vorkommen der Chondrosis dissecans, für die partiellen Epiphysenablösungen die proximale Epiphysenfugenplatte, für die Wachstumsstörungen die Femurkopf- und Kondylusform sowie die Struktur der medialen metaphysären Corticalis untersucht worden.

Normalerweise entspricht die Form des Femurkopfes der einer Halbkugel, die sich in die glatte, geradlinig verlaufende, laterale metaphysäre Corticalis kontinuierlich fortsetzt und im medialen Bereich der Metaphyse kongruent aufsitzt. Mit zunehmendem Körpergewicht können durch Einwirkung unphysiologischer Kräfte und Belastungen über eine Alteration des Chondrocytenstoffwechsels Wachstumsstörungen entstehen, die sich in Form der Entrundung des Femurkopfes zeigen (HERRMANN; 1972). Wie SCHILLING (1963) festgestellt hat, erfolgt die Vorwärtsbewegung der modernen Fleischschweine dadurch, daß das ganze Becken der betreffenden Seite horizontal nach vorn gedreht und die Extremität abduziert wird. Der Vorschub geht also von der Abduktion und der Rückwärtsdrehung der betreffenden Beckenseite aus. Daraus ist zu ersehen, daß der stärker belastete mediale Femurkopfbereich mit steigendem Körpergewicht einen größe-

ren Druck auf das distale Acetabulum ausübt. Bei der Abduktion nach dorsal treten vermehrt Reibungskräfte auf. Um diesen Reibungswiderstand zu überwinden, wird ein Druck aufgewendet, der den Knorpel- und Knochenbereich des medialen Femurkopfbereiches von dorsal her trifft. Es kommt also zu einer Druckrichtungsänderung, die der Statik nicht entspricht und zur Folge hat, daß es zu einer Abflachung des medialen Epiphysenbereiches kommt, so daß der Femurkopf flacher und nach distal abgelenkt erscheint (HERRMANN, 1972).

Die Femurkopfform ist weder bei den Tieren der Deutschen Landrasse noch bei denen der F_1 - und F_2 -Generation spezifisch entwickelt. Die Tiere der einzelnen Gruppen variieren die Femurkopfform sehr stark, woraus eine sekundäre statisch-mechanische Beeinflussung in unterschiedlichen Graden durch das Körpergewicht abzuleiten ist. Die der Norm entsprechende Halbkugelform kommt nur bei einzelnen Tieren aller Gruppen vor. Die auf Überbelastungsschäden hinweisende Abflachung des Kopfes ist die häufigste Form, wobei im Gruppenvergleich bei den schweren Deutsche Landrasse-Schweinen schwerere Formen der Deformation häufiger sind und bei den F_1 - und F_2 -Tieren geringgradigere Stadien dominieren.

Diese Überlastungsschäden beschränken sich nicht nur auf den Femurkopf, sondern auch die Epiphysenfugenplatte ist davon betroffen. Über Veränderungen der Epiphysenfuge berichten THURLEY (1969), HERRMANN (1969), DÄMMRICH und UNSHELM (1972, 1975). HERRMANN (1969) hat in seinen Untersuchungen festgestellt, daß Überlastungsschäden in der Epiphysenfugenplatte durch irreguläre Zellanordnung in Form von Schrägstellung, Verminderung der Zellzahl, Zunahme der Interzellularsubstanz, Spaltbildungen mit vorausgehender Kollagenfaserdemaskierung und Nekroseherden gekennzeichnet sind, die schließlich zur unregelmäßigen Epiphysenfugenform führen. Die Überlastungsschäden führen weiterhin zu einer Lateralverschiebung des Femurs gegenüber dem Femurkopf, so daß daraus schließlich partielle und totale Ablösungen des Femurkopfs resultieren.

Überlastungsschäden an der proximalen Epiphysenfuge des Femurs sind bei allen Tieren des Versuchs nachgewiesen worden. Bei der Beurteilung des Epiphysenfugenverlaufs sind vier verschiedene Typen unterschieden worden. Diese entsprechen dem normalen Verlauf in Form zweier Bögen und Unregelmäßigkeiten bei erhaltenem Grundschema, bis hin zu den Abweichungen davon in Form von Richtungsänderungen, Kontinuitätstrennungen und starker Auffaltung des medialen Epiphysenfugenbereichs, wobei vielfach Kombinationen dieser Ver-

änderungen vorliegen. Kennzeichnend ist auch hier im Gruppenvergleich, daß die schwerwiegenden Abweichungen bei den Tieren der Deutschen Landrasse mit dem höheren Schlachtgewicht häufiger vorkommen als bei den F_1 - und F_2 -Tieren mit niedrigeren Schlachtgewichten. Diese Tendenz setzt sich auch in der Verteilung der histologisch festgestellten Veränderungen fort. Schwerwiegendere Veränderungen wie Kontinuitätstrennungen im Epiphysenverlauf, Nekrosen, Blutungen und partielle Ablösungen epiphysärer Spongiosabälkchen von der Epiphysenfuge sind bei Schweinen der Deutschen Landrasse häufiger als bei den Tieren der F_1 - und F_2 -Generation.

Die veränderten statisch-mechanischen Bedingungen setzen sich über die Epiphysenfuge hinaus auch auf die Metaphyse fort. Durch die ungenügende Breitenentwicklung des Tierkörpers ist eine seitliche Abstützung notwendig, die durch eine Abduktion der Hinterextremitäten und eine Abbiegung und Außenrotation im Bereich der Knie- und Tarsalgelenke erzielt wird (HERRMANN, 1972). Somit trifft der Druck der Belastung wegen der veränderten Statik im proximalen Femuranteil besonders den medialen Anteil der metaphysären Corticalis. Diese wird von den an das Periost angrenzenden Spongiosabälkchen gebildet, die Druckspannungstrajektorien entsprechen. Durch Abbauvorgänge wird bei den noch wachsenden Tie-

ren der Umfang der Metaphyse auf den Diaphysendurchmesser reduziert. Gleichzeitig wird vom Endost an die Spongiosabälkchen Knochengewebe angelagert, um den periostalen Abbau zu kompensieren. Die Festigkeit der metaphysären Corticalis ist abhängig vom Ausmaß der modellierenden Umbauvorgänge. Abhängig von der Stellung des Femurkopfs enden die Druckspannungstrajektorien unterschiedlich. Entsprechend der Abhängigkeit der Belastungsrichtungen durch sekundäre mechanische Alterationen, wie an der Kopfform und den Epiphysenfugenveränderungen gezeigt, kommen keine gruppenspezifischen bzw. genetisch bedingten Regelmäßigkeiten vor. Allerdings kann im Gruppenvergleich beobachtet werden, daß bei der Deutschen Landrasse die Tierzahl größer ist, bei der weniger als ein Drittel der von der Epiphysenfuge entstammenden Druckspannungstrajektorien frei im Periost enden. Bei Tieren der F_1 - und F_2 -Generation verteilen sich die beiden Formen, mehr und weniger als ein Drittel der Druckspannungstrajektorien frei im Periost endend, annähernd gleichmäßig jeweils auf die Hälfte der Tiere. Abhängig von den Stellungsanomalien des Femurkopfs wird die mediale metaphysäre Corticalis unterschiedlich belastet. Durch vermehrte Belastung der medialen Femuranteile tritt eine Verstärkung der medialen metaphysären Corticalis auf, die sich vom Periost ausgehend durch eine

Apposition von Knochengewebe zeigt. Die Form, bei der eine Apposition festgestellt werden kann, ist in allen drei Versuchsgruppen mit 70 - 79 % anzutreffen. Mit 14 bzw. 15 % ist in den 3 Versuchsgruppen eine Verschiebung der Belastung nach lateral zu beobachten. Diese zeigt sich durch einen übermäßigen Abbau (Resorption) der medialen entlasteten Zone.

Die Veränderungen in den Gelenken werden von deren Funktion bestimmt. Beim Typ des Kugelgelenkes, wie dem Hüftgelenk, sind diese an der Gelenkfläche des Femurkopfes entsprechend der Hauptbewegungsrichtung (Beugung und Streckung) zu finden. Das Femorotibialgelenk, als Spiralgelenk, zeigt Veränderungen zunächst in der Form einer Abplattung des medialen Kondylus. Dadurch wird seine mediale Auflagefläche vergrößert. Je weiter sich die Gelenkfläche zur Fossa intercondylica ausdehnt, um so mehr kommt die Gelenkfläche mit der Eminentia intercondylica der Tibia in Berührung. Durch die Bewegung um die Spiralachse wird vom Tuberculum mediale der Eminentia intercondylica tibiae ein Druck auf den Gelenkknorpel ausgeübt, der mit steigendem Körpergewicht größer wird. Dieser Druck bewirkt Ernährungsstörungen, deren Folge eine Verdichtung der Knorpelgrundsubstanz und eine Elastizitätsminderung sind. Durch die Verminderung der Elastizität können Zusammenhangstrennungen zwischen Gelenk-

knorpel und Epiphysenfugenknorpel entstehen, die sich als waagerechte Spalten zwischen diesen Schichten zeigen. Anschließend werden beide Knorpel durch senkrechte Spalten durchbrochen. Es liegt das Bild der Chondrosis dissecans vor. Bedingt durch das nicht beendete umfangvermehrende Wachstum der Epiphyse findet eine laufende Erhöhung des Defektrandes statt, so daß Reste des aufgespaltenen Gelenkknorpels, Knorpelregenerate und endostales Fasergewebe als Zystoide in der epiphysären Spongiosa eingeschlossen, nachweisbar bleiben können. Diese Form der Veränderung scheint durch nährstoffärmere Fütterung und der damit verbundenen geringeren Gewichtszunahme beeinflusbar zu sein, wie es DÄMMRICH u. UNSHELM (1975) zeigen. Denn mit steigendem Körpergewicht nimmt die Schwere der Veränderungen zu. Auch in den vorliegenden Untersuchungen ist das zu beobachten. Bei den 205 Tage alten Tieren ist vergleichend festzustellen, daß hinsichtlich Dauer und Schwere der Veränderungen Unterschiede auftreten.

Im Gruppenvergleich sind bei den schweren Tieren der Deutschen Landrasse hochgradigere und länger bestehende Veränderungen häufiger als bei der F_1 - und F_2 -Generation, bei denen leichtere Grade der Chondrosis dissecans mit kürzerem Krankheitsverlauf überwiegen. Auch dieses Ergebnis zeigt im Gruppenvergleich die Abhängigkeit von der Körper-

gewichtsentwicklung. Im Vergleichsbereich nähern sich in allen Gruppen die Häufigkeitswerte bezüglich Dauer und Schwere der Chondrosis dissecans. Als Folge der vergleichbaren Körpergewichte verschwinden die anscheinend gruppenspezifischen Unterschiede.

SCHILLING (1963) macht für Veränderungen in Form von stufenartigen Absätzen, osteoporotischen Veränderungen der Gelenkfläche, Rückbildung des medialen und Hypertrophie des lateralen Kondylus ebenfalls einen erhöhten Druck auf den medialen Knochenabschnitt verantwortlich.

Die Veränderungen im distalen Femurbereich beschränken sich nicht allein auf die Gelenkfläche der Kondylen, sondern sind in ausgeprägter Form auch an der medialen epiphysären Corticalis nachweisbar. Mit zunehmendem Körpergewicht ist die Form der sehr dünnen, scharfkantig konturierten Knochenlamelle weniger zu beobachten. Der durch die große Wachstumsintensität ausgeübte Druck auf die Kondylen wird durch subperiostale Apposition von Knochengewebe besonders in der medialen epiphysären Corticalis zu kompensieren versucht. Je stärker die Belastung und somit die Osteophytenbildung, umso plumper und deformierter erscheint die Corticalis. Im Gruppenvergleich sind bei den Tieren der Deutschen Landrasse gewichtsbedingt wiederum die schwerwiegenden Veränderungen häufiger zu finden, während bei den

Tieren der F_1 - und F_2 -Generation leichtere Deformationen überwiegen.

Aus diesen Untersuchungen ergibt sich, daß die Kreuzungstiere Deutsches Landschwein x Wildschwein in der F_1 - und F_2 -Generation vor allem in der Gewichtsentwicklung innerhalb sehr weiter Bereiche variieren. Das dabei beobachtete Minderwachstum kann sowohl genetisch bedingt als auch ein Symptom des Kümmerns der weniger widerstandsfähigen Kreuzungstiere sein. Daher wurden die vorliegenden Ergebnisse sowohl an der gesamten Population als auch an einem ausgewählten Material mit gleicher Gewichtsentwicklung in dem Bereich von 70 bis 109 kg Schlachtgewicht überprüft.

Der Einfluß der Einkreuzung von Wildschweinen auf die Skelettmerkmale beschränkt sich darauf, daß der Diaphysenquerschnitt kleiner und möglicherweise der Gelenkknorpel dünner wird. Alle anderen Parameter des Skelettwachstums bleiben uneinflusst. Damit wird indirekt bestätigt, daß bei modernen Fleischschweinrassen eine einseitige Selektion auf Fleischleistung erfolgt ist, das Skelett aber auf dem Stand belassen worden ist, der geringeren Gewichtszunahmen entspricht. Daher auch der verhältnismäßig geringe Einfluß der Einkreuzung von Wildschweinen auf die Ausprägung der Skelettmerkmale.

Skelettveränderungen, die auf dem gleichen pathogenetischen Prinzip der Überbelastungsschäden beruhen, sind in gleicher Qualität bei Deutscher Landrasse, F_1 - und F_2 -Generation beobachtet worden. Die geringere Ausprägung bei der F_1 - und F_2 -Generation in der Gesamtpopulation beruht nicht auf verbesserten Skelettmerkmalen, sondern ist auf das geringere Körpergewicht zurückzuführen, wobei die langsamere Gewichtsentwicklung den zeitliche Auftreten der Skelettveränderungen nur verzögert hat.

Die an den Gesamtpopulationen der 3 Versuchsgruppen festgestellten Unterschiede in der Quantität der Skelettveränderungen schwinden, wenn Deutsche Landrasse, F_1 - und F_2 -Generation in dem Bereich gegenübergestellt werden, in dem sie eine vergleichbare Entwicklung zu Schlachtgewichten zwischen 70 und 109 kg zeigen.

V. Zusammenfassung

Zur Untersuchung kam das Os femoris von 205 Tage alten Schweinen, von denen 103 Tiere der Deutschen Landrasse mit einem Schlachtgewicht von 108 ± 14 kg, 119 der F_1 -Generation der Kreuzung von Schweinen der Deutschen Landrasse und Wildschweinen mit einem Schlachtgewicht von 60 ± 22 kg und 107 der F_2 -Generation mit einem Schlachtgewicht von 51 ± 16 kg angehörten. Als Parameter für die Skelettentwicklung wurden am Femur Gesamtlänge, Diaphysenquerschnitt, Struktur des Gelenkknorpels und der Epiphysenfugenplatten herangezogen.

Das Vorkommen der Arthropathia deformans wurde am Condylus medialis femoris, der Wachstumsstörungen am Femurkopf, Epiphysenfugenveränderungen an der Epiphysenfugenplatte und Überbelastungsschäden an der metaphysären und epiphysären Corticalis des Femurkopfes bzw. des Condylus medialis femoris überprüft.

Die Untersuchungsergebnisse wurden an den Gesamtpopulationen der Deutschen Landrasse, der F_1 - und F_2 -Generation und an ausgewählten Kollektiven aus diesen Gruppen mit vergleichbarer Entwicklung zu Schlachtgewichten von 70 bis 109 kg überprüft.

Aus diesen Untersuchungen ergibt sich, daß die Einkreuzung von Wildschweinen zur Verkleinerung

des Diaphysenquerschnitts und möglicherweise zur Dickenabnahme des Gelenkknorpels führt. Alle anderen Skelettparameter bleiben unbeeinflusst. Skelettveränderungen fanden sich bei allen 3 Versuchsgruppen in gleicher Qualität; die geringere Ausprägung in der Gesamtpopulation der F_1 - und F_2 -Generation beruht nicht auf verbesserten Skelettmerkmalen, sondern ist auf das geringere Körpergewicht zurückzuführen. Werden Tiere mit Schlachtgewichten zwischen 70 und 109 kg verglichen, verringern sich die Unterschiede zwischen den Tieren der Deutschen Landrasse, der F_1 - und der F_2 -Generation.

VI. SUMMARY

Investigations on os femoris has been made with 205 days old pigs, of which 103 of them with a weight of 108 ± 14 kg belonged to the breed German Landrace, 119 with a weight of 60 ± 22 kg to the F_1 -generation of the crossbreed German Landrace with european wild boar (*Sus scrofa*) and 107 with a weight of 51 ± 16 kg to the F_2 -generation. As a parameter for the development of the skeleton at os femoris the following details have been looked for: complete length, sizes of diaphysis, structures of the articular cartilage and the cartilage of the epiphyseal plate.

The existence of arthropathia deformans has been investigated in the condylus medialis femoris, the growth changes in caput femoris, the epiphyseal alterations in the epiphyseal plate of caput femoris and deformities caused by overload at the metaphyseal and epiphyseal corticalis of caput femoris and condylus medialis femoris.

Results has been made at the total population of German Landrace, F_1 - and F_2 -generation and in special groups with comparable development in a weight between 70 and 109 kg.

Findings of these investigations are that interbreeding european wild boar in German Landrace demonstrate a slender diaphysis and perhaps a smaller thickness of the articular cartilage. In all other skeleton parameter at os femoris the influence of interbreed is not remarkable. Alterations in the skeleton of os femoris were equally found in all 3 experimental groups, the lower development in the total population of F_1 - and F_2 -generation is not based on better structure of bone but on decreased body weight. There ist no difference between German Landrace, F_1 - and F_2 -generation with comparable body weight from 70 to 109 kg.

VII. LITERATURVERZEICHNIS

- BEHRENS, H.: Fragen des Schweinegesundheitsdienstes unter besonderer Berücksichtigung der Fleischschweinzüchtung.
Schweinezucht und Schweinemast 1961, 9, 137.
- BOLLWAHN, W., 1965: Beitrag zur Semiologie und Diagnostik der Ablösung der proximalen Femurepiphyse des Schweines.
Dtsch.tierärztl.Wschr. 72, 321-324.
- CHRISTL, H. jun., 1970: Dysplasien an den Femurepiphysen als Lahmheitsursache bei zwei Zuchtebern.
Berl.Münch.tierärztl.Wschr. 83, 35-36.
- CHRISTENSEN, N.O.: Ompotentia coeundi in boars due to arthrosis deformans.
15. Intern. Kongress f.Tierhk., Stockholm, 1953, S. 742-745.
- DÄMMRICH, K., 1970: Die Polyarthrose der Mastschweine als konstitutionell bedingte Aufzuchtkrankheit.
Berl.Münch.tierärztl.Wschr. 22, 450-456.
- DÄMMRICH, K., 1974: Adaptationskrankheiten des Bewegungsapparates bei Masttieren.
Fortschr. Vet.-Med. 20, 69-80.
- DÄMMRICH, K. und J. UNSHELM, 1972: Entwicklung und entwicklungsabhängige Veränderungen des Os femoris bei 205 Tage alten Schweinen unterschiedlicher Nutzungsrichtung und Größe.
Zbl. Vet.Med. A 19, 445-476.

- DÄMMRICH, K. und J. UNSHELM, 1975: Die Einflüsse extremer Unterschiede in der Nährstoffversorgung auf die Entwicklung des Skeletts und das Vorkommen von Skelettveränderungen bei Schweinen der Deutschen Landrasse.
ZBl. Vet.Med. A. 22, 1-13.
- DIETZ, O. und A. KUNTZE, 1959.
Dt. tierärztl. Wschr. 72, 61-64.
- DISCHER, U., 1972: Zur Pathomorphologie multilokulärer Knorpel- und Knochenschäden bei Schlachtschweinen.
Angew. Tierhyg., Jena 3, 169-181.
- DUTHIE, J.F. und M.C. LANCASTER, 1964: Polyarthrititis and Epiphyseolyses in England.
Vet. Rec., London 76, 263-273.
- EIKMEIER, H. und H. MAYER, 1965: Untersuchungen über die Abgangsursachen von Zuchtsauen aus Herdbuchbetrieben.
Tierärztl. Umschau, 20, 282-284.
- ERTELT, W., 1955: Untersuchungen über Körpergröße und Knochenstruktur bei Säugetieren.
Zool. Jb. 74, 588-638.
- FLOCK, D., 1969: Untersuchungen über Ausfallursachen und Gesundheitsbefunde bei der Stationsprüfung von Schweinen.
Dt. tierärztl. Wschr. 76, 429.
- GÄNGEL, H. und J. STUMPF, 1968: Lahmheiten beim Zuchtschwein langen Typs.
Mhefte Vet. Med. 23, 731-737.

- GLÄSSER, K., E. HUPKA, R. WETZEL, 1950: Die Krankheiten des Schweines.
5. Aufl. M. u. H. Schaper, Hannover
- GLAWISCHNIG, E., 1969: Über das Vorkommen von Sitzbeinhöckerablösungen (Apophysiolysis beim Schwein in Österreich.
Wien. tierärztl. Mschr. 56, 71-72.
- GRØNDALEN, T., 1974a: Osteochondrosis and arthrosis in pigs. I. Incidence in animals up to 120 kg live weight.
Acta vet. Scand. 15, 1-25.
- GRØNDALEN, T., 1974c: Osteochondrosis and arthrosis in pigs. III. A. comparison of the incidence in young animals of the Norwegian landrace and yorkshire breeds.
Acta vet. Scand. 15, 43-52.
- GRØNDALEN, T., 1974d: Osteochondrosis and arthrosis in pigs. VI. relationship to feed level and calcium phosphorus and protein levels in the ration.
Acta vet. Scand. 15, 147-169.
- GRØNDALEN, T., 1974e: Osteochondrosis and arthrosis in pigs. VII. Relationship to joint shape and exterior conformation.
Acta vet. Scand. 15, Suppl. 46.
- GRØNDALEN, T., 1974f: Leg weakness in pigs. I. Incidence and relationship lesions, feed level, protein and mineral supply, exercise and exterior conformation.
Acta vet. Scand. 15, 555-573.
- GRØNDALEN, T. und J. GRØNDALEN 1974: Osteochondrosis and arthrosis in pigs. IV. Effect of overloading on the distal epiphyseal plate of the ulna.
Acta vet. Scand. 15, 53-60.

- GRØNDALLEN, T. und O. VANGEN, 1974: Osteochondrosis and arthrosis in pigs. IV. A Comparison of the incidence in three different lines of the Norwegian landrace breed.
Acta vet. Scand. 15, 61-79.
- GRÜNHAGEN, H., D. STEINHAUF und J.H. WENIGER, 1970: Untersuchungen zum Beinschwäche-Syndrom beim Mastschwein.
Züchtungskunde 5, 374-383.
- GÜNTHER, K., R. WITTING und W. LENKEIT, 1967a: Untersuchungen über die Skelettentwicklung und -mineralisierung in den ersten acht Lebenswochen beim Ferkel.
Tierphysiol., Tierernähr.Futtermittelk. 22, 298-313
- GÜNTHER, K., R. WITTING und W. LENKEIT, 1967b: Untersuchungen über die vergleichende Entwicklung und Mineralisierung der einzelnen Skeletteile beim Ferkel in Abhängigkeit von der Ca- und P-Versorgung.
Tierphysiol., Tierernähr.Futtermittelk. 23, 106-125
- HERRMANN, H.J., 1969: Zur Pathologie, Pathogenese und Aetiologie der Epiphysiolysis capitis femoris des Schweines.
Arch. exper. Vet. med. 23, 19-47.
- HERRMANN, H.J., 1972: Zur Pathomorphologie, Pathogenese und Aetiologie der Osteoarthropathien des Schweines.
Arch. exper. Vet. med. 26, 617.
- HUPKA, E., 1959: Über die Begattungsimpotenz der Jungber (Epiphysiolysis).
Dtsch. tierärztl. Wschr. 67, 201-203.

- HUSER, R., 1930: Zur Anatomie des Wildschweines.
Diss. Zürich.
- IMMISCH, F., 1966: Untersuchungen über Skelettmaße sowie Stellungs- und Bewegungsfehler bei Zuchtschweinen.
Vet. Diss. Hannover.
- KASCHANI, H.G., 1973: Histologische Untersuchungen am Gelenkknorpel des Schweines unter Berücksichtigung verschiedener Gewichtsklassen, Rassen und des Beinschwäche-Syndroms.
Diss. Hohenheim.
- KERNKAMP, H.C.H., 1937:
Vet.Med. 32, 108.
- KNESE, K.H. und S. TITSCHAK, 1962: Untersuchungen mit Hilfe des Lochkartenverfahrens über die Osteonstruktur von Haus- und Wildschweinknochen sowie Bemerkungen zur Baugeschichte des Knochengewebes.
Morph. Jb. 102, 337-458.
- KÖRNER, E., 1963: Untersuchungen über das Auftreten einer Arthrosis deformans des Sprunggelenks bei Schweinen holländisch-dänischer Blutführung.
Vet. Diss. Hannover.
- KRATOCHVIL, Z., 1973: Discriminative characters on the acropodium of the domestic and the wild pig (*Sus scrofa domestica* L., *Sus scrofa* L.).
Acta vet. Brno 42, 2, 109-133.
- KUMMER, B., 1959: Bauprinzipien des Säugetierskeletts.
Thieme-Verlag, Stuttgart.

- LAUPRECHT, E., W. SCHULZE und W. BOLLWAHN, 1967: Untersuchungen über das Vorkommen von Bewegungsstörungen und Erkrankungen der Gliedmaßen bei Fleischschweinen.
Zschr.Tierzücht.Züchtungsbiol. 83, 297-311.
- LOEWE, A., 1912: Studien über die speziellen Merkmale wilder und domestizierter Tiere in der Beschaffenheit ihrer Extremitätenknochen.
Diss. Berlin.
- MELROSE, C.W., 1967: Beinschwäche bei Schweinen.
Tierzüchter 19, 322.
- MEYER, H. und M. GRÖNING, 1965: Untersuchungen am Autopodiumskelett des Schweines. II. Mitteilung: Asche- und Mineralstoffbestimmungen.
Züchtungskunde 37, 224-231.
- MICKWITZ, G.v., 1961: Zum Vorkommen der Epiphyseolysis bei Sauen.
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 68, 627-629.
- PAUWELS, F., 1958: Funktionelle Anpassung der Knochen durch Längenwachstum.
Verb. Dtsch.Orthop.Ges. (Köln) 34.
- REICHEL, K., 1962: Die Differentialdiagnose der nicht zentralnervös bedingten Motilitätsstörungen des Schweines.
Dtsch. tierärztl. Wschr. 22, 653-658.
- SABEC, D., 1960: Untersuchungen über eine Arthrosis des Sprunggelenkes beim Schwein.
Vet. med. Diss. Hannover
- SABEC, D., 1967: Untersuchungen über die Ablösung der Sitzbeinhöcker (Apophysiolyse) bei Jungsaunen.
Dtsch. tierärztl. Wschr. 74, 489-491.

- SABEC, D., E. SCHILLING und L.Cl. SCHULZ, 1961: Eine Arthrosis deformans des Sprunggelenkes beim Schwein.
Dtsch. tierärztl. Wschr. 68, 231-236.
- SCHILLING, E., 1958: Veränderungen der Sprunggelenke bei einem lahmen Schwein.
Züchtungskunde 30, 222-225.
- SCHILLING, E., 1963: Rassenunterschiede am Skelett des Beckens und der Hinterextremitäten beim Schwein.
Zschr. Tierzücht.Züchtungsbiol. 78, 293-324.
- SIKES, D., G.M. NEHRER, L.P. DOYLE, 1957.
Amer. J. Vet. Res. 18, 101.
- STEDDEFEDER, H., 1925.
B.T.W. 41, H. 5.
- STEINHAUF, D., J.H. WENIGER und H. GRÜNHAGEN, 1968:
Besteht ein Zusammenhang zwischen Skelettveränderungen und der Produktion von Wachstumshormonen beim Schwein.
Schweinezucht und Schweinemast 16, 148-151.
- THURLEY, D.C., 1965: Arthropathy in pigs.
Proc. Roy. Soc. Med. 58, 369-370.
- THURLEY, D.C., 1967: Muskulaturentwicklung und Gliedmaßen schwäche (leg weakness) bei Schweinen.
Dtsch. tierärztl. Wschr. 74, 336-338.
- THURLEY, D.C., 1969: Changes in the epiphyseal cartilage of immature pigs without clinical lameness.
Path. vet. 6, 217-226.
- VUKELIC, E. und S. RAPIC, 1960: Beitrag zur Kenntnis der Epiphysiolysis bei Haustieren.
Schweiz. Arch. Tierhk. 102, 607-623.

WELLMANN, G., 1957.

Dt. tierärztl. Wschr. 64, 32.

ZIETZSCHMANN und KRÖLLING, 1955:

Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte der Haustiere.

2. Aufl. Paul Parei, Berlin und Hamburg.

ZIMMERMANN, W., 1956a: Über den Bau der Diaphyse des
os femoris von sus scrofa domesticus.

Naturwissensch. 43, 46-47.

ZIMMERMANN, W., 1956b: Röhrenbeinumfang und Knochenan-
teil beim Schwein.

Schweinezucht und Schweinemast 4, 42-44.

ZIMMERMANN, W., 1959: Untersuchungen am Femur des Haus-
schweines.

Zschr. wiss. Zoologie 162, 96-127.

Die vorliegende Arbeit wurde unter der Leitung von Professor Dr. Dämmrich am Institut für morphologische und funktionelle Veterinär-Pathologie der Freien Universität Berlin angefertigt.

Herrn Professor Dr. Dämmrich bin ich für die Überlassung des Themas zu Dank verpflichtet. Sein starkes Interesse am Fortgang der Arbeit, seine in Diskussionen geäußerten Ratschläge und Einwände bedeuteten für mich eine wertvolle Hilfe bei der Planung und Durchführung der Arbeit.

L e b e n s l a u f

Am 30. Mai 1945 wurde ich als Sohn des Tierarztes Gerhard Vogel und dessen Ehefrau Anneliese in Kufstein/Österreich geboren.

1951 kam ich in die Volksschule Bemerode/Hannover, besuchte von 1954 bis 1957 die Volksschule Spittastraße in Hannover und wechselte anschließend in das Gymnasium der Jugenddorf-Christophorusschule in Elze über. Dort bestand ich 1966 die Reifeprüfung.

Nach einer zweijährigen Bundeswehrzeit bekam ich zum Sommersemester 1969 die Zulassung zum Studium der Veterinärmedizin an der Freien Universität Berlin, wo ich im Juni 1974 das Staatsexamen ablegte und im Juli 1974 die Approbation als Tierarzt erhielt.

Im Anschluß daran fertigte ich im Institut für morphologische und funktionelle Veterinär-Pathologie in Berlin meine Dissertation an.

Seit Juli 1975 bin ich Assistent in einer Großtierpraxis in Ost-Westfalen.

